

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE
INVENTARIO DE CERRO MATOSO S.A.**



**Trabajo de grado presentado en la modalidad de práctica empresarial, como parte
de los requisitos para optar al título de Ingeniero Industrial.**

MARÍA ALEJANDRA ALTAMIRANDA PACHECO

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA INDUSTRIAL

MONTERÍA- CÓRDOBA

2020

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE
INVENTARIO DE CERRO MATOSO S.A.**



**Trabajo de grado presentado en la modalidad de práctica empresarial, como parte
de los requisitos para optar al título de Ingeniero Industrial.**

MARÍA ALEJANDRA ALTAMIRANDA PACHECO

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA INDUSTRIAL

MONTERÍA- CÓRDOBA

2020

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE
INVENTARIO DE CERRO MATOSO S.A.**



MARÍA ALEJANDRA ALTAMIRANDA PACHECO

DIRECTORES:

JORGE LUIS OYOLA MENDOZA, PhD

EDUARDO OVIEDO SERRANO, MsC

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA INDUSTRIAL

MONTERÍA- CÓRDOBA

2020

“La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del
proyecto, serán responsabilidad del autor”¹

¹ Artículo 61, Acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del Consejo Superior

DEDICATORIA

Los logros en la vida no son tan sencillos como los imaginas, requieren de mucho esmero, dedicación constante y de un amor sincero que te apoye día a día a no desfallecer. Esto es para ti madre, gracias.

AGRADECIMIENTOS

En la vida nos encontramos con personas, con las que nunca pesábamos emprender una conversación o una amistad. Le agradezco a la empresa CERRO MATOSO S.A. que me adopto durante mi etapa práctica, como Ingeniera industrial aprendiz. Pude comprender y amar lo que puedo lograr hacer; Gracias a todos los conocimientos que los docentes durante mi vida universitaria plantaron en mí.

Gracias a mi familia por su apoyo incondicional, al profesor Jorge Luis Oyola Mendoza, que me apoyo durante esta etapa de redacción, corrección y análisis. Quiero agradecerles a todas las personas que conocí durante mi carrera universitaria, a mis amigos, al grupo de bienestar universitario, a mis docentes y a la persona que me acompaña a creer en el amor, que siempre me ha apoyado en mis decisiones razonables o inmaduras.

RESUMEN

El mejoramiento del sistema del control de inventarios, en CERRO MATOSO S.A. es uno de los factores más importantes que la compañía debe tener en cuenta (Oviedo, 2018). La no disponibilidad de materiales críticos puede afectar los procesos productivos de la empresa. Ejemplo de estos son los usados para el mantenimiento de equipos o los elementos de protección personal para la realización de las labores dentro de la empresa.

En el presente trabajo, se proponen nuevos valores de punto de reorden y tamaños de pedido a los materiales que son seleccionados en el diagnóstico que se realiza a la empresa con la ayuda del coordinador de inventarios. Este documento tiene como objetivo, presentar una propuesta de mejoramiento al sistema de control de inventarios de la Compañía CERRO MATOSO S.A., lo cual se logra mediante la aplicación de un modelo de control de inventario para demandas independientes.

Palabras claves: Sistema de control de inventarios; Punto de reorden; Tamaño de pedido; Modelo de control de inventario para demandas independientes; CERRO MATOSO S.A.; Disponibilidad de inventario; Nivel de Servicio; DIFOT.

ABSTRACT

Improvement of inventory control system, is one of the most important factors that CERRO MATOSO S.A. must take into account (Oviedo, 2018). The unavailability of critical materials can affect the company's production processes. For instance, those used for the maintenance of equipment or personal protection elements for the realization of tasks within the company.

In this work, new reorder point values and order sizes are proposed to the materials that are selected in the diagnostic that is made to the company with the help of the inventory coordinator. This document aims to bring forward a proposal for improving the inventory control system of Cerro MATOSO S.A. Company, by applying an inventory control model for independent demands.

Keywords: Inventory control system; Reorder point; Order size; Inventory control model for independent demands; CERRO MATOSO S.A.; Inventory availability; Service Level; DIFOT.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I.....	15
PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE CERRO MATOSO S.A.	15
1. PLATAFORMA ESTRATÉGICA	15
1.1. MISIÓN	15
1.2. VISIÓN	15
1.3. PROPOSITO DE CERRO MATOSO S.A	16
1.4. POLÍTICAS DE LA EMPRESA.....	16
1.4.1. Política de gestión integral	16
1.4.2. Política de gestión de costos	17
1.4.3. Política de prevención del consumo de sustancias psicoactivas.....	17
1.5. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA	18
1.6. ESTRUCTURA ORGÁNICA	19
1.7. PRESENTACIÓN UNIDAD DE NEGOCIO	20
1.8. RESEÑA HISTÓRICA	23
CAPÍTULO II	26
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE CERRO MATOSO S.A.....	26
2. GENERALIDADES.....	26
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	26
2.2. ALCANCE DE LA PROPUESTA	27
2.3. JUSTIFICACIÓN	28
2.4. OBJETIVOS	29
2.4.1. Objetivos General.....	29
2.4.2. Objetivos Específico	30

CAPÍTULO III.....	31
MARCO TEÓRICO	31
3. REVISIÓN DE LITERATURA	31
3.1. MARCO CONCEPTUAL	31
CAPÍTULO IV	40
METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA CERRO	
MATOSO S.A.....	40
4. METODOLOGÍA Y TRABAJO EN CAMPO	40
4.1. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LA EMPRESA.	40
CAPÍTULO V	48
ANÁLISIS DE DATOS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS GRUPOS DE	
MATERIALES.....	48
5. ANÁLISIS DE DATOS.....	48
5.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA	48
5.2. RESULTADOS.....	50
5.2.1. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA PARA MATERIALES CRÍTICOS	51
5.2.2. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA PARA MATERIALES DE ALTA	
ROTACIÓN.....	55
5.3. SIMULACIÓN	57
CAPÍTULO VI.....	62
CONCLUSIONES.....	62
CAPÍTULO VII	64
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA.....	65

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Proceso de solicitud de los materiales que no tienen disponibilidad en inventario en CERRO MATOSO S.A	22
Ilustración 2. Comparación de costos totales según el nivel de servicio	54
Ilustración 3. Esquema de Simulación realizado en el software Arena para los nuevos valores propuestos del material: Viga, Estructural, 5mm Esp Web, 80.5 X 46.....	58
Ilustración 4. Resultado de la ejecución de los nuevos valores propuestos del material: Viga, Estructural, 5mm Esp Web, 80.5 X 46, para un año.....	59
Ilustración 5. Resultado de la ejecución de los nuevos valores propuestos del material: electrodo, grafito, 72in lg, 10in día, 1700, para un año.	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Materiales con desabastecimiento histórico.....	42
Tabla 2. Materiales de alta rotación	45
Tabla 3. Materiales críticos	46
Tabla 4. Cuadro comparativo de costos totales del Grupo de materiales Críticos.....	55
Tabla 5. Iteraciones de Q y Z para el electrodo, grafito, 72in lg, 10in dia, 1700.	56
Tabla 6. Cuadro comparativo de costos totales del Grupo de materiales de alta rotación.....	57

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. TAMAÑO DE PEDIDO Y PUNTO DE REORDEN GRUPO DE MATERIALES DE ALTA ROTACIÓN	68
ANEXO 2. TAMAÑO DE PEDIDO Y PUNTO DE REORDEN GRUPO DE MATERIALES CRITICOS.....	69
ANEXO 3. CALCULO DEL TAMAÑO DE PEDIDO (Q) Y FACTOR DE SEGURIDAD (Z) DE FORMA ITERATIVA PARA EL GRUPO DE MATERIALES DE ALTA ROTACIÓN ..	70
ANEXO 4. COMPARACIÓN DE COSTOS Y DEFINICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PARA EL GRUPO DE MATERIALES DE ALTA ROTACIÓN	71
ANEXO 5. COMPARACIÓN DE COSTOS Y DEFINICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PARA EL GRUPO DE MATERIALES CRÍTICOS.....	72
ANEXO 6. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MODELADO DETALLADO Y SELECCIÓN ANALÍTICA DE LOS VALORES DE UN NÚMERO LIMITADO DE VARIABLES DE DECISIÓN	73
ANEXO 7. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA MODELADO DE ALCANCE MÁS AMPLIO, CON MENOS INTENTOS DE OPTIMIZACIÓN	74
ANEXO 8. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA MINIMIZACIÓN DE INVENTARIOS CON MUY POCOS MODELOS MATEMÁTICOS ASOCIADOS	75
ANEXO 9. SIMULACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE CERRO MATOSO S.A.	76

INTRODUCCIÓN

El sistema de control de inventarios de una empresa, define el manejo eficiente de los movimientos y del inventario que esta tiene a cargo (Gómez & Guzmán , 2016). CERRO MATOSO S. A. una empresa minera ubicada en el municipio de Montelíbano, Córdoba, Colombia. Presenta una problemática que afecta a su inventario. Por lo que, se propone una mejora para sus procesos logísticos, específicamente a su sistema control de inventarios.

Teniendo en cuenta el diagnóstico que se le realizó a la empresa y conociendo la problemática que se presenta, se analizaron las demandas de tres grupos de materiales que fueron seleccionados. Se definió un modelo de control de inventarios que pudo ser aplicado a la empresa teniendo en cuenta la problemática que está presentaba en los diferentes grupos, con relación a la disponibilidad del inventario.

La propuesta de este trabajo tiene siete capítulos que describen detalladamente la información relacionada con la empresa, en el Capítulo I se presenta la plataforma estratégica de la empresa, la descripción del problema se encuentra en el Capítulo II, el marco teórico que se definió con la búsqueda de artículos científicos, libros, revistas científicas e informes, se encuentra plasmado en el Capítulo III. La metodología de trabajo

de la propuesta, el análisis estadístico centrado en identificar el comportamiento de la demanda de los materiales, las conclusiones y las recomendaciones, aparecen en los Capítulos IV, V, VI y VII correspondientemente.

CAPÍTULO I

PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE CERRO MATOSO S.A.

1. PLATAFORMA ESTRATÉGICA

En este capítulo se presenta la plataforma estratégica de CERRO MATOSO S.A. donde se incluye información relacionada con la empresa como: misión, visión, objetivos, reseña histórica, políticas, presentación de la empresa, presentación de la unidad de trabajo y demás aspectos generales.

1.1. MISIÓN

“Crear Valor por medio de las personas y el sistema gerencial, los recursos y las reservas, el mejoramiento continuo y el desarrollo sostenible” (CERRO MATOSO S.A., 2019).

1.2. VISIÓN

**“Ser líder mundial en el negocio de Níquel laterítico y ejemplo de gestión integral en la industria minera”
(CERRO MATOSO S.A., 2019).**

1.3. PROPOSITO DE CERRO MATOSO S.A

“El propósito de CERRO MATOSO S.A. es marcar la diferencia mediante el aprovechamiento de los recursos naturales, mejorando la condición de vida de las personas, ahora y en las generaciones futuras” (CERRO MATOSO S.A., 2018).

1.4. POLÍTICAS DE LA EMPRESA

1.4.1. Política de gestión integral

CERRO MATOSO S.A. (CMSA) tiene como política integral el cuidado de la vida de sus trabajadores, el cuidado del medio ambiente, respeto por los derechos humanos, la mejora continua de sus procesos y la protección de los bienes internos de la empresa y de sus trabajadores. Su política, incluye algunos procedimientos para garantizar la seguridad y salud de: sus empleados, las comunidades vecinas, visitantes de la planta y demás. CERRO MATOSO S.A. se compromete a cumplir, en línea con el modelo de operación que tiene South32, estrategias de: ambiente laboral, comportamiento ético, legales, seguridad y capacitación a sus empleados en la administración del negocio (CERRO MATOSO S.A., 2019).

1.4.2. Política de gestión de costos

CERRO MATOSO S.A tiene como política de Gestión de costos, la promoción de la actitud positiva hacia el control de sus costos, seguimiento continuo de las inversiones y presupuestos de activos de capital. Con el cumplimiento de estas responsabilidades, la empresa tiene como finalidad, alcanzar una posición más competitiva en el mercado mundial del níquel.

CERRO MATOSO S.A. en su política se compromete a cumplir la legislación de todas las transacciones de la empresa, fomentar la cultura de control de costos, promover la realización de buenos negocios para la empresa y por ultimo divulgar e implementar esta política a todos los niveles de la organización, para velar por su cumplimiento (CERRO MATOSO S.A., 2019).

1.4.3. Política de prevención del consumo de sustancias psicoactivas

CERRO MATOSO S.A., reconoce que el consumo excesivo de bebidas alcohólicas y tabaco son un problema que afecta a la sociedad, al ambiente de trabajo y a las personas en su seguridad y productividad. Por esto, se compromete a realizar campañas educativas de prevención sobre el consumo de estas sustancias y promoción a la autoprotección de las personas.

Para el cumplimiento de esta Política, la empresa decide prohibir el desarrollo de actividades laborales bajo los efectos de drogas ilícitas y bebidas alcohólicas dentro de las instalaciones de la Empresa. Por esto, la empresa se compromete en promover estilos de vida saludables, implementar programas de ayuda, y asistencia terapéutica por problemas de uso, abuso o dependencia de las sustancias psicoactivas (CERRO MATOSO S.A., 2019).

1.5. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

CERRO MATOSO S.A es una empresa dedicada a la producción de ferroníquel, es decir, una aleación de hierro y níquel que se obtiene en la producción y transformación de la Peridotita, roca madre del yacimiento ubicado en CERRO MATOSO S.A. Esta aleación es utilizada en las industrias aeroespaciales, de construcción, metalmecánica y quirúrgica. El ferroníquel es utilizado como materia prima para la fabricación de: baterías, monedas, utensilios de cocina, vehículos aeroespaciales y otros. Los destinos de la producción en el mundo son: China con 69%, Holanda con 9%, Japón con 9%, Corea del Sur con 4% y Sudamérica con 9% (CERRO MATOSO S.A., 2018).

CERRO MATOSO S.A. es propietaria de los derechos de explotación de una mina a cielo abierto, la operación también incluye una fundición de ferroníquel y una refinería. Cuenta con oficinas administrativas en la ciudad de Bogotá y oficinas de operación logística en Cartagena de Indias (CERRO MATOSO S.A., 2018).

Su zona de influencia, es la subregión del Alto San Jorge en las cabeceras de los municipios de: Montelíbano, Puerto Libertador, La Apartada y San José de Uré La compañía tiene 717 empleados fijos y los 824 contratistas. Más del 50% de todas las contrataciones de personal que se hacen en CERRO MATOSO S.A es de personas oriundas de los municipios anteriormente mencionados o de las comunidades vecinas (CERRO MATOSO S.A., 2018).

1.6. ESTRUCTURA ORGÁNICA

CERRO MATOSO S.A. en su estructura organizacional esta subdividido por unidades de negocio, las unidades presentes en la empresa están dadas de la siguiente forma: Suministros, Mejoramiento, RRHH, Mantenimiento Mina, Operación Mina, Mantenimiento Planta, Protección de activos, Ingeniería, Producción planta o RKEF y Medio ambiente, seguridad y salud.

De cada una de las anteriores unidades mencionadas hay, un gerente de unidad, seguido de un superintendente, un supervisor, un coordinador y finalmente los trabajadores u operarios de cada unidad (CERRO MATOSO S.A., 2019).

1.7. PRESENTACIÓN UNIDAD DE NEGOCIO

El trabajo aquí presentado fue realizado en la unidad de negocios suministro, unidad encargada de toda la logística de compras de bienes y servicios, contratos con proveedores y almacenamiento de materiales. La unidad tiene a su cargo dos bodegas, una ubicada en la ciudad Cartagena de Indias y otra en las instalaciones de la planta en el municipio de Montelíbano.

El sistema de control de inventarios de CERRO MATOSO S.A. también es responsabilidad de la unidad de suministros. En esta unidad se tienen en cuenta las decisiones que determine el coordinador de inventarios y los registros históricos de los movimientos de los materiales que sean cargados a ONIQUA, un sistema de optimización de inventario, que ofrece un análisis del comportamiento de la demanda de los materiales y propone valores asociados a puntos de reorden, tamaños de pedido, máximo, mínimos y otros (IBM, 2019). Sin embargo, por el alto costo de la licencia del producto, la unidad de trabajo, no está implementando el sistema de optimización actualmente, como comenta el coordinador de inventarios.

Al tener en cuenta las áreas de trabajo de la unidad de negocios, se define que el área que se beneficiará por medio de la propuesta presentada en este trabajo es, inventario. Por lo anterior, para comprender un poco más de la conformación de la unidad de negocios

suministro, CERRO MATOSO S.A (2019) brinda información relacionada de las áreas de la unidad de negocio y del área de trabajo definida:

- Contratos, establece acuerdos con los proveedores, como el precio de los materiales, el tiempo de entrega y cláusulas que se adicionen por conveniencia entre ambos.
- Compras, se encarga de cotizar y aprobar la adquisición de todos los materiales.
- Bodegas, se encarga del almacenamiento de los materiales, los que son importados llegan a Cartagena de Indias y los nacionales que llegan directamente a las bodegas en el municipio de Montelíbano.
- Inventario, mantener y controlar la disponibilidad de los materiales teniendo en cuenta las reservas realizadas por los usuarios.

La red de suministros de CERRO MATOSO S.A, inicia en sus usuarios, todas aquellas personas que conforman la empresa como empleados fijos de alguna de las unidades de negocio. Por medio de una reserva, solicitan el material necesario en *Systems, Applications, Products in Data Processing* (SAP), un programa de gestión empresarial que ayuda a organizar y gestionar los recursos de una empresa (Susana Chamorro, 2016) en este caso CERRO MATOSO S. A.

La reserva es la solicitud realizada por un usuario, esta es legalizada en las bodegas de CERRO MATOSO S.A. ubicada en el municipio de Montelíbano. Los materiales

solicitados en la reserva, son despachados teniendo en cuenta la disponibilidad del inventario que tenga cada material en bodega.

El proceso desde que se hace la reserva de solicitud de un material que no tiene disponibilidad en inventario en CERRO MATOSO S.A. hasta que este es entregado al usuario, es el siguiente:

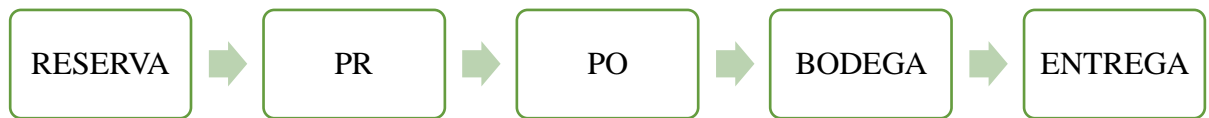


Ilustración 1 Proceso de solicitud de los materiales que no tienen disponibilidad en inventario en CERRO MATOSO S.A

- El usuario realiza una reserva, con un número específico de materiales, solicitados para el proceso de su unidad de negocio.
- Se realiza una *Purchase Requisition* (PR), un documento interno, que contiene las necesidades de un bien o servicio (SAP, 2008).
- El comprador hace una *Purchase Order* (PO), un documento externo, que contiene los requisitos para el proveedor que suministra los bienes o servicios (SAP, 2008).

- Los pedidos son recibidos y almacenados en las Bodegas de CERRO MATOSO S.A. Los materiales importados llegan a las bodegas en Cartagena de Indias donde son nacionalizados y posteriormente enviados a las bodegas en el municipio de Montelíbano.
- Finalmente se produce la entrega al usuario, por medio del reclamo del material, con el número de reserva realizada desde el inicio del proceso.

1.8. RESEÑA HISTÓRICA

La empresa se encuentra operando desde 1982 en el departamento de Córdoba, a 25 kilómetros del municipio de Montelíbano. Según, el Banco de la Republica (2009), La compañía inició como una sociedad desde el año 1979. Los porcentajes de participación en la empresa estaban dados por: un 45% para la nación y un 55% repartido en dos multinacionales extranjeras; Billiton Oversea del grupo Royal Dutch Shell con un 35% y Conicol de Hanna Minning con un 20%. Para el año 1986, el porcentaje de participación por el grupo multinacional de recursos Billiton aumentó. Este último decide comprar las acciones o porcentaje de participación que tenía la multinacional Conicol de Hanna Minning, dejando a Billiton con un control del 55% de la empresa (Banco de la República, 2009).

Para el año de 1997 Billiton Oversea del grupo Royal Dutch Shell, había adquirido el 100% de la participación y acciones de CERRO MATOSO S.A. Esto se debió a la propuesta que presentó el Ministerio de Comercio Exterior de Colombia en 1993 a la Cámara Colombo Americana y la Cámara de Gran Comercio de Miami. Declarando un paquete de privatizaciones de empresas, donde se encontraba CERRO MATOSO S.A. para ese mismo año el gobierno vendió el 45% de participación que tenía en la empresa a BHP Billiton (Banco de la República, 2009).

En el año 2012, CERRO MATOSO solicita la extensión de su contrato de operación. Para diciembre de 2013, el gobierno colombiano aprueba la prórroga de su solicitud hasta el año 2044. Sin embargo, el gobierno en 2015 decide que el tiempo límite para la organización era hasta el año 2021. Esto llevó a CERRO MATOSO S.A, a realizar ciertas negociaciones con el estado, donde la empresa debía aportar en proyectos ambientales y para las comunidades vecinas a la empresa. El gobierno aprueba sus iniciativas de proyecto y prorroga su Contrato hasta el año 2029 (CERRO MATOSO S.A., 2019).

En el año 2015 BHP Billiton, decide presentar una propuesta de escisión para formar una nueva entidad que administrara sus activos de metales básicos. Entre esos se encontraba CERRO MATOSO S.A., la cual fue cedida a esta nueva organización filial que se denominó South 32. Una compañía de minería y metales diversificada globalmente con operaciones en Australia, Sudáfrica y América (CERRO MATOSO S.A., 2018).

Actualmente, CERRO MATOSO S.A. se encuentra en un nuevo proceso de solicitud, para su nueva licencia ambiental y de operación. Esta empresa, comenzará a explorar nuevos terrenos ricos en minerales cerca al municipio de Planeta Rica. El inicio de estas explotaciones dependerá de la aprobación de los permisos que ya lleva la compañía solicitando desde el año 2018 y de la nueva prórroga del contrato de operación solicitada hasta el año 2044 (CERRO MATOSO S.A., 2018).

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE CERRO MATOSO S.A.

2. GENERALIDADES

En este capítulo se presentan los antecedentes del problema: Descripción del problema, justificación y planteamiento de objetivos de la propuesta de mejora.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En CERRO MATOSO S.A. se maneja un indicador de disponibilidad de inventario, este indicador llamado *Delivery in full -on time* (DIFOT) o traducido al español como: tasa de entrega completa y a tiempo. Da una idea del grado de cumplimiento de los pedidos a tiempo y aguardados en las características que solicitó el cliente. Este indicador calcula el porcentaje de disponibilidad teniendo en cuenta el número de unidades entregadas a tiempo sobre el total de unidades entregadas (Marr, 2017).

El valor del indicador DIFOT, ayuda a percibir cómo se encuentra la compañía en términos de disponibilidad frente a los materiales que tiene en sus bodegas. Según el coordinador de inventarios, el indicador de disponibilidad a inicios del 2018 se encontraba

en un 90% y este ha venido disminuyendo llegando a encontrarse en un 80% en algunos materiales a finales de 2019. La situación actual de la disponibilidad es uno de los factores críticos en el control de inventarios, debido, al desabastecimiento que se presenta durante el tiempo en algunos materiales. En el último informe del *Fiscal year 2018* (FY18) o traducido al español como año fiscal 2018, dado por el coordinador de inventario. Se observa un alto crecimiento en el desabastecimiento de materiales y por ende una reducción del 10% en el indicador de disponibilidad DIFOT (Oviedo, 2018).

Teniendo en cuenta la información dada por el coordinador de inventarios y el análisis hecho por la disminución del DIFOT en el informe FY18 (Oviedo, 2018), se determinó que CERRO MATOSO S.A. está presentando una problemática de disminución en la disponibilidad del inventario y por consiguiente, en la baja exactitud del inventario. Según, González (2009), la exactitud en inventario es un indicador que mide la precisión entre las cantidades en almacenamiento como las cantidades registradas (González, 2009).

2.2. ALCANCE DE LA PROPUESTA

El análisis que se realizará en este trabajo es cuantitativo, es decir, se tendrán en cuenta variables como puntos de reorden, tamaños de pedido, distribuciones de demandas y otras variables cuantitativas asociadas al modelo que sea definido. Con el fin de presentar una propuesta de mejoramiento al sistema de control de inventarios, teniendo en cuenta la

problemática que presenta el área de inventarios, de la unidad de suministro de CERRO MATOSO S.A.

Sin embargo, si se llega a presentar un caso durante la ejecución del trabajo que requiera mayor análisis, este se verá delimitado por los factores del tiempo establecido de la práctica profesional, la disponibilidad y aprobación de información por parte de la empresa, o por la implementación de estrategias a mediano o largo plazo que abarquen una interacción con el personal de trabajo.

2.3. JUSTIFICACIÓN

La disponibilidad del inventario en cualquier compañía es de gran importancia y aún más si los materiales que se encuentran en almacenamiento hacen parte del proceso productivo de la empresa (Durán, 2012). En CERRO MATOSO S.A. si se llegase a presentar una falla en el proceso por daño de un material. La unidad de negocio, solicitará de inmediato un repuesto sustituto. Es decir, el material debe estar en inventario, de lo contrario podría ocasionar que el proceso productivo se detenga en algún momento, por un mantenimiento preventivo y/o correctivo en la línea de producción. Lo que significa 150.000.000 millones de pesos por hora que deja de recibir la empresa, si alguno de los 205 repuestos críticos catalogados por la operación, se encuentra en desabastecimiento cuando sea necesario. Cabe aclarar que los repuestos críticos son, aquellos materiales que tienen un alto costo

de desabastecimiento e impacto productivo en la empresa (CERRO MATOSO S.A., 2018).

Por esto, se debe mejorar el control de inventario, para los grupos de materiales que se definan y afecten directamente al indicador de disponibilidad DIFOT y consecuentemente el nivel de servicio de la empresa. Según Silver, Pyke, & Thomas, (2017) un nivel de servicio P1, está definido como la probabilidad de no desabastecimiento durante el ciclo de pedido y un nivel de servicio P2, como la probabilidad de satisfacer la demanda con productos en inventarios (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

El indicador DIFOT se comporta como un nivel de servicio P2, debido a que ambos miden la probabilidad de satisfacer la demanda. Si se logra proponer un nivel de servicio óptimo P2 y compararlo con el indicador DIFOT actual de los materiales que se encuentren en los grupos que sean definidos. Se podría proponer a la empresa, cuál es el nivel de servicio que puede llegar a mejorar el sistema de control de inventarios, ya sea continuar con el nivel de servicio actual, el nivel de servicio P2 deseado por la empresa de 90% o el nivel de servicio P2 óptimo que sea propuesto a la compañía en este trabajo (CERRO MATOSO S.A., 2018).

2.4.OBJETIVOS

2.4.1. Objetivos General

- Proponer una estrategia de mejoramiento al sistema de control de inventario de CERRO MATOSO S.A.

2.4.2. Objetivos Específico

- Categorizar los materiales que presentan problemáticas de disponibilidad de inventario de CERRO MATOSO S.A.
- Proponer un nivel de servicio que se ajuste a las condiciones definidas por CERRO MATOSO S.A.
- Estimar el beneficio que recibiría CERRO MATOSO S.A. con la implementación de la estrategia.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3. REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se presentan artículos relacionados con el problema descrito de CERRO MATOSO S.A. El análisis de la información contenida en artículos científicos, libros, artículos de revistas, informes y otros. Ayudará a identificar y lograr proponer estrategias que ayuden a presentar una solución a la problemática de la compañía.

3.1. MARCO CONCEPTUAL

El sistema de control de inventarios tiene como objetivo proporcionar la disponibilidad de los productos que se tienen en inventario acorde a la demanda solicitada. (Ortega, Padilla, Torres , & Ruz, 2017) Según Pelton (1999), tener un alto porcentaje de unidades de productos en inventario requiere de minimizar los costos de mantenerlos o de tener las cantidades suficientes de dicho producto. Con el fin, de poder cumplir el objetivo del sistema de control de inventarios y así poder garantizar las solicitudes de los clientes.

En los principales modelos de control de inventario se asocian 3 componentes de costos entre esos están:

- El costo de hacer un pedido, este es un costo fijo que se asocia a la gestión de la compra de un material (Negron, 2009).
- El costo de mantener tiene en cuenta dos componentes, el costo físico y el costo de oportunidad. El primero corresponde al costo que se incurre en conservar un material en inventario y el costo de oportunidad es el beneficio del capital invertido o capital de trabajo que una empresa tiene en su inventario (Negron, 2009).
- El costo de desabastecimiento, se atribuye a la no disponibilidad de un material en inventario, es decir, la pérdida de beneficio o la no satisfacción de la demanda (Negron, 2009).

No debe alcanzarse una alta disponibilidad de materiales en inventario, aunque sea factible no es eficiente solicitar grandes lotes de pedidos a los proveedores. Puesto que aumentaría el costo de mantenerlos. Según Durán (2012), los recursos financieros no deberían ser usados para aumentar en una gran cantidad el nivel de inventario. Porque, los costos de mantenimiento se elevarían con el tiempo y una parte de los materiales podrían dañarse o incluso convertirse en obsoletos. Por el contrario, si se mantiene un nivel bajo de inventario, habrá que hacerse más pedidos al año, aumentándose el costo de transacción (Durán, 2012).

Dicho lo anterior, las empresas deben implementar un sistema de control de inventario con un nivel de servicio óptimo que mejore la disponibilidad y exactitud del inventario, desde sus tamaños de pedido, punto de reorden, inventario de seguridad y otros. Una de las variables que debe tener en cuenta es el tiempo de reaprovisionamiento o *lead time*, es decir, el tiempo que transcurre desde que se realiza la orden de compra o PO, hasta que el material llega físicamente a las bodegas para ser almacenados y por consiguiente seguir en el proceso de entrega al cliente (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

Según Silver, Pyke, & Thomas (2017), hay tres tipos de estrategias que involucran modelados para mejorar el sistema de control de inventarios:

1. Modelado detallado y selección analítica de los valores de un número limitado

de variables de decisión: En esta estrategia se encuentran modelos matemáticos ya desarrollados, que permiten la selección de los valores de un conjunto de variables que se deseen optimizar. Como es el caso del modelo matemático para calcular la cantidad de orden económica o EOQ, este modelo permite conocer, minimizar y optimizar, los costos totales y el tamaño de pedido óptimo de un material teniendo en cuenta las variables asociadas al modelo como: costo de mantener una unidad en inventario, precio unitario, costo de pedir una unidad, demanda anual y otras variables asociadas (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

2. Modelado de alcance más amplio, con menos intentos de optimización: La

modelación en esta estrategia es más realista. Debido a que los modelos que se

encuentran aquí, se ven asociados directamente con situaciones reales que pueden ocasionar que los intentos de optimizar sean menores a los generados con modelos ideales. Por lo tanto, se trata de buscar una solución factible que proporcione un aproximado al óptimo (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

3. Minimización de inventarios con muy pocos modelos matemáticos asociados:

Esta estrategia intenta minimizar los inventarios sin la ayuda de modelos matemáticos. Sino, por medio de filosofías como: Just-in-Time (JIT) un sistema de gestión de inventarios creado por los fabricantes de automóviles Toyota, diseñado con el fin de solicitar y suministrar justo lo necesario (Monden & Hillers, 1996).

También se encuentran estrategias de eliminación de desechos y búsqueda de la Mejora Continua. Estas filosofías, no se basan en modelos, sino en un enfoque para hacer negocios (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

Según Ríos, Martínez, Palomo, Cáceres & Díaz (2008), los modelos de control de inventarios con demanda probabilística e independiente, se caracterizan por el supuesto de que se conoce la probabilidad de la distribución de la demanda durante un tiempo en específico. La investigación realizada de este modelo, ayuda a establecer el punto de reorden, tamaño del pedido, costo total esperado, inventario de seguridad y niveles de servicio.

Las variables del modelo de sistema de control de inventario para demandas independientes son:

R = punto de reorden.

Q = cantidad de pedido.

D = demanda promedio por año.

K = costo de hacer un pedido.

k_c = costo de mantener por un año una unidad en el inventario.

k_u = costo fijo por cada desabastecimiento.

M = número de unidades de la demanda durante el tiempo de espera hasta el reabastecimiento.

σ = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera.

P_1 = Probabilidad de no desabastecimiento durante el ciclo de pedido o también llamado nivel de servicio P_1 .

P_2 = Probabilidad de satisfacer la demanda con productos en inventario o también llamado nivel de servicio P_2 .

$P_u \geq (Z)$ = probabilidad de que una variable con distribución normal estándar tome un valor mayor o igual a Z .

$G_u(Z)$ = Función de pérdida de la distribución normal estándar

Z = Factor de seguridad.

$Z\sigma$ = Inventario de seguridad

V = Precio por unidad de producto

El cálculo de las anteriores variables se aplicará siempre y cuando la demanda se distribuya de manera normal. Para determinar, el tamaño del pedido Q se utiliza la

Ecuación 1, independientemente si la demanda es determinística o probabilística. El cálculo del tamaño de pedido es una aproximación razonable al valor de la cantidad de pedido óptima (Ríos, Martínez, Palomo, Cacéres , & Díaz, 2008).

$$Q = \sqrt{\frac{2KD}{kc}} \quad (1)$$

En el cálculo del punto de reorden, se determina la probabilidad de que la demanda M durante el tiempo de espera sea menor o igual al valor del punto de reorden R. La Ecuación 2 indica una condición para poder calcular el valor óptimo de Z. Si no se cumple la inecuación de la Ecuación 2, se procede a calcular el valor de Z en la Ecuación 3. De lo contrario, se asigna a Z el mínimo valor posible definido por la empresa. (Vermorel, 2012).

$$\frac{D*Ku}{\sqrt{2\pi} QKc\sigma} < 1 \quad (2)$$

$$Z = \sqrt{2\text{Ln}\left(\frac{D*Ku}{\sqrt{2\pi} QKc\sigma}\right)} \quad (3)$$

Se halla el valor de Z, para después calcular el valor de la función de pérdida de la distribución normal estándar (Gu (Z)). Existen diversas formas de hallar el valor de la función de pérdida para el valor Z respectivo o el valor de la probabilidad de P1. Por ejemplo, se podría calcular con Geogebra, Matlab, Python, Excel, Openoffice u otras.

Entonces, la probabilidad de que una variable con distribución normal estándar tome un valor mayor o igual a Z se calcula mediante la Ecuación 4, después de conocer el valor que toma $P1$ en Z . El nivel de servicio óptimo, $P2$ se calcula por medio de la Ecuación 5.

$$P_u \geq (Z) = 1 - P1 \quad (4)$$

$$P2 = 1 - \frac{Gu(z)\sigma}{Q} \quad (5)$$

El valor del tamaño de pedido influirá directamente en el número de veces en el año que se puede estar expuesto a un desabastecimiento, por eso, es indispensable determinar el inventario de seguridad ($Z\sigma$) encontrado en la Ecuación 6 como, el producto del factor de seguridad (Z) y la desviación estándar (σ). Así finalmente se podrá calcular el punto de reorden R , mediante el uso de la Ecuación 6 (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

$$R = M + Z\sigma \quad (6)$$

En algunos materiales, se puede calcular su tamaño de pedido dependiendo la rotación que este tenga en la compañía. Hay un modelo que determina el tamaño de pedido y punto de reorden simultáneamente para aquellos materiales que son de alta rotación, que tienen un nivel de servicio y un costo fijo por desabastecimiento definido por la empresa (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

Si la demanda durante el tiempo de espera se distribuye normalmente, se calculan los valores de tamaño de pedido y factor de seguridad con la Ecuación 7 y Ecuación 8 usadas de manera iterativa, es decir, una dependerá del valor de la otra. El valor que se defina dependerá de la variable Z, si esta después de varias iteraciones da como resultado el mismo valor, es seleccionada. Por ende, al seleccionar el factor de seguridad Z, se tomará el valor de Q de la misma iteración como tamaño de pedido. Para iniciar la iteración, se calcula el valor de EOQ con la Ecuación 1, aclarando que se utiliza la descrita allí, porque, el modelo de control de inventario es para demandas independientes. Finalmente se conseguirá el valor del punto de reorden R con el uso de la Ecuación 6, la probabilidad de que una variable con distribución normal estándar tome un valor mayor o igual a Z se calcula mediante la Ecuación 4 y el nivel de servicio P2 con la Ecuación 5 (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

$$Z = \sqrt{2 \ln \left(\frac{1}{2\sqrt{2\pi}} \left(\frac{Ku}{K} \right) \left(\frac{\sigma}{Q} \right) \left(\frac{EOQ}{Q} \right)^2 \right)} \quad (7)$$

$$Q = EOQ \sqrt{\left(1 + \frac{Ku}{K} \right) * Pu \geq (Z)} \quad (8)$$

El propósito del modelo de control de inventario, es disminuir en lo posible el costo esperado en un periodo definido de tiempo. Habiendo calculado los valores del tamaño de pedido Q y el punto de reorden R, se calculará el costo total esperado independiente a

la rotación que tengan los materiales con la Ecuación 9, que calcula el costo de productos con demandas independientes (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

$$Costo\ total(Q, R) = \left(\frac{AD}{Q}\right) + \left(\frac{Q}{2} + Z\sigma\right) + \left(\frac{D}{Q}\right) * Ku * Pu \geq (Z) \quad (9)$$

El valor del nivel de servicio definido por la empresa, ya sea P1 o P2, debe ser comparado con el valor de nivel de servicio óptimo P1 y P2 que sea encontrado con la aplicación de las anteriores ecuaciones. Con el fin de que la empresa implemente el que más le convenga financieramente (Ríos, Martínez, Palomo, Cacéres, & Díaz, 2008).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA CERRO MATOSO S.A.

4. METODOLOGÍA Y TRABAJO EN CAMPO

El objetivo de este capítulo, es presentar la metodología de la propuesta de mejoramiento del sistema de control de inventarios de CERRO MATOSO S.A. Cabe aclarar que lo definido en este capítulo, se hace con el fin de estimar el impacto potencial, para el sistema de control de inventarios de la empresa.

4.1. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LA EMPRESA.

Según Eduardo Oviedo, Coordinador de inventarios, CERRO MATOSO S.A. presenta problemas en la disponibilidad de un porcentaje de sus materiales o repuestos que usa internamente para sus operaciones. En la descripción del problema presentado en el Capítulo II del presente informe; se describe la problemática que tiene la empresa actualmente con su sistema de control de inventarios, debido a la reducción en el indicador de disponibilidad DIFOT o nivel de servicio P2. Hay que aclarar que CERRO MATOSO

S.A. no detiene su producción, a menos que sea por temas de mantenimiento preventivo y/o correctivo en sus líneas de producción.

Es por esto, que surge la propuesta de mejoramiento que abarca un grupo de materiales que fueron definidos por el coordinador de inventarios y el estudiante en prácticas, de los materiales que mayor impacto productivo presentan en la empresa y que podrían disminuir el indicador de disponibilidad DIFOT. Entre esos encontramos, los materiales de alta rotación que el personal de la empresa utiliza diariamente, los materiales críticos que son parte esencial del proceso de producción de la empresa y finalmente, los materiales con mayor tiempo de desabastecimiento que no han sido catalogados como obsoletos.

Cabe aclarar, que los materiales que se presentarán tienen un punto de reorden y tamaño de pedido definido por la empresa desde hace más de 5 años. Actualmente, el estado de inventario de esos materiales está por debajo del punto de reorden o en desabastecimiento, debido a la acumulación de *Purchase Requisition* (PR), que aún no tienen una orden de pedido por retrasos en el área de compras, es decir, en la creación de *Purchase Order* (PO) o por la falta de reevaluación de los punto de reorden que ocasionan que el indicador de disponibilidad DIFOT disminuya.

El proceso de compras se ha retrasado con la generación de las órdenes de compra, por el exceso de trabajo que hubo durante el año 2019, debido al poco personal que se encontraba

en esa área de trabajo. Sin embargo, para inicios de 2020 la gerencia de Suministro logró la contratación del personal completo de trabajo del área en mención.

Los materiales se categorizaron en 3 grupos dependiendo de sus características como:

- Grupo de materiales con desabastecimiento histórico: encontramos 74 materiales que han estado en desabastecimiento desde el 1 de Septiembre de 2018 en CERRO MATOSO S.A presentados en la Tabla 1.

Se analizará y se examinará cuál de las tres estrategias definidas en el Capítulo III es la más adecuada, luego de conocer, por qué este grupo de materiales están en desabastecimiento desde hace más de 1 año.

Tabla 1. Materiales con desabastecimiento histórico.

	Código	Descripción	Unidad	Estado De Inventario	Tipo De Material
1	10426405	Tubo, Metálico, Sin Costura, 1-1/4in Calibre	C/U	Desabastecimiento	V1
2	10442054	Pieza Facial, Comfo Clásica, Talla M, Silicona	C/U	Desabastecimiento	V1
3	10071247	Motor Limpia para brisas, Cat 1477975	C/U	Desabastecimiento	V1
4	10385818	Perno, 5/8in Unc, 2-3/4in Largo, Grado 7, Ne	C/U	Desabastecimiento	V1
5	10993818	Aceite, Compresor, Napa Tem409600	C/U	Desabastecimiento	V1
6	10441595	Conector Prensacable, 0.7-0.99in De Cable	C/U	Desabastecimiento	V1
7	10427849	Rele, Electromagnetico, 120vac Bobina, 60hz	C/U	Desabastecimiento	V1
8	10428323	Termo pozo, Inconel 600, 397mm Largo, Montaje	C/U	Desabastecimiento	V1
9	10432879	Gancho, Elevación, Nitchi Irb5048urb50080	C/U	Desabastecimiento	V1
10	10432878	Gancho, Elevación, Nitchi Irb5053u50080	C/U	Desabastecimiento	V1
11	10437088	Conector, Punta, Lanza, Abbauto Lc33016045	C/U	Desabastecimiento	V1
12	10425851	Niple, Tubo, 1/2in Npt, 2in Largo, Acero, Gal	C/U	Desabastecimiento	V1
13	10445292	Grapa, Puesta A Tierra, Tipo Tgc, Acero, Gal	C/U	Desabastecimiento	V1

14	10483165	Filtro, Aire Acondicionado, Hitachi 4643580	C/U	Desabastecimiento	V1
15	10015088	Conector,Macho,3/8in De,Montaje,Tubo,3/8	C/U	Desabastecimiento	V1
16	10426616	Grillete,5/8in Día Nom,3-1/4 Tn, Apertura	C/U	Desabastecimiento	V1
17	10428882	Angulo,3/16x1in,Acero Al Carbon,1-1/2in	C/U	Desabastecimiento	V1
18	10986190	Banda,Metalica,Acero,A36 M04120622001	C/U	Desabastecimiento	V1
19	10437481	Pasador, Cat 4e5594	C/U	Desabastecimiento	V1
20	10426653	Manometro,0-3000psi,2-1/2in Dial,1/4in N	C/U	Desabastecimiento	V1
21	10001982	Arandela,Plana,7/16in,13/32in Di,29/32in	C/U	Desabastecimiento	V1
22	10004033	O-Ring, Cat 2s4078	C/U	Desabastecimiento	V1
	Código	Descripción	Unidad	Estado De Inventario	Tipo De Material
23	10008931	Válvula, Freno, Cat 9t0818	C/U	Desabastecimiento	V1
24	10394290	Conector, Cable Coaxial, Ab 1786bnc	C/U	Desabastecimiento	V1
25	10425462	Lubricador, Línea Aire, Drenaje Manual,317	C/U	Desabastecimiento	V1
26	10425803	Union,Tubo,Simple,1in Npt Hembra, Acero A	C/U	Desabastecimiento	V1
27	10426839	Silica Gel, Reactivo, Grado Alto Desempeño	C/U	Desabastecimiento	V1
28	10426844	Motor,Ca,3/4hp,1075rpm,460v,Frame 48y,Mo	C/U	Desabastecimiento	V1
29	10427483	Cable 16,Tff,Flexible,Pvc,13a,600v,16awg	M	Desabastecimiento	V1
30	10427759	Terminal,Oreja,Ovalado,12-10awg,Agujero	C/U	Desabastecimiento	V1
31	10428360	Manometro,0-400psi,3-1/2in Dial,1/4in Np	C/U	Desabastecimiento	V1
32	10429297	Tornillo, Corte Rosca, Tornillo, Corte Roscado	C/U	Desabastecimiento	V1
33	10429786	Disco, Abrasivo, De Corte, Tipo 1,7in Dia,1	C/U	Desabastecimiento	V1
34	10432882	Gancho,Superior,Garrucha,1.6t Swl	C/U	Desabastecimiento	V1
35	10434438	Válvula, Bola, Acero Inoxidable 304,1/2in Npt,1000	C/U	Desabastecimiento	V1
36	10437201	Electrodo,3/16,Acero Al Carbón, West Knif	Kg	Desabastecimiento	V1
37	10438908	Modulo Control Fcm-1,Ansul 428101	C/U	Desabastecimiento	V1
38	10441641	Interruptor, Temp, Aire, Driltech 022893002	C/U	Desabastecimiento	V1
39	10444770	Manguera,Descarga,3in Di,15m Largo	C/U	Desabastecimiento	V1
40	10445377	Tubo, Termo contraíble, Polímero Aislante	M	Desabastecimiento	V1
41	10434152	Inserto Acople, Voith 1820422tv	C/U	Desabastecimiento	V1
42	10003797	Sello,45in,Llanta,Cat 3v2695	C/U	Desabastecimiento	V1
43	10004028	Adaptador,Tuberia-Tubo,3/4in Nptf, Tubo 3	C/U	Desabastecimiento	V1
44	10254627	Modulo, Entrada Corriente Alterna, Entrada	C/U	Desabastecimiento	V1
45	10387278	Interruptor,Rotativo,10a,600vac,2 Posición	C/U	Desabastecimiento	V1
46	10395538	Kit Sello Tubo Compr ,Driltech 003393052	C/U	Desabastecimiento	V1
47	10402328	Ens Tarjeta Circuito, Abbautom 3bse00851	C/U	Desabastecimiento	V1
48	10420164	Modulo,Termin,Tu847,Abbtcl 3bse022462r1	C/U	Desabastecimiento	V1
49	10435720	Correa Cable,Miniatura,4in Lg,2.5mm Ancho	C/U	Desabastecimiento	V1
50	10424919	Arandela,Plana,3/8in Día Interior, Acero In	C/U	Desabastecimiento	V1
51	10425408	Polea,Acanalada,6 Ranuras,21.1in Pcd,4-7	C/U	Desabastecimiento	V1
52	10425500	Manguera, No Metálica, Propósito General	M	Desabastecimiento	V1
53	10426041	Niple,Tubo,1/4in Npt,6in Largo, Acero Al	C/U	Desabastecimiento	V1
54	10426140	Reduccion,Buje,Tubo,3/4 X 1/2in Npt, Hacer	C/U	Desabastecimiento	V1
55	10427056	Fusible,1.6a,250v,Elemento Dual, Retardo	C/U	Desabastecimiento	V1
56	10427496	Cable 2x18,St-C,Encauch,12a,600v,2 Condu	M	Desabastecimiento	V1
57	10427628	Reflector, Sodio 400w 480v,Rra,Hermetic,R	C/U	Desabastecimiento	V1
58	10429284	Tornillo, Corte Rosca, Tornillo, Corte Rosc	C/U	Desabastecimiento	V1
59	10429485	Tornillo, Tapa, Cabezal Dado, Tornillo, Tapa	C/U	Desabastecimiento	V1
60	10429941	Tubo Aislante, Tubo Aislante, Pamitherm, Pa	C/U	Desabastecimiento	V1
61	10432157	Fusible,400ma,1kv,Accion Rápida, Pequeño	C/U	Desabastecimiento	V1
62	10432493	Sensor, Temperatura, Mecanismo Termomet Re	C/U	Desabastecimiento	V1
63	10434445	Valvula,Mariposa,3in Diam Nominal, Ci Ast	C/U	Desabastecimiento	V1
64	10435244	Interruptor,60a,600v,3 Polos, Tipo Thed,2	C/U	Desabastecimiento	V1
65	10437206	Electrodo,3/16,West Hard 400,160-270a,3/	Kg	Desabastecimiento	V1
66	10438646	Sello, Gouldpmp C02495a245	C/U	Desabastecimiento	V1
67	10441106	Escala Presión,0-10000psi Range,63mm Día	C/U	Desabastecimiento	V1
68	10441142	Tambor, Eje Ensamblado, Jerrmfg 234554	C/U	Desabastecimiento	V1

69	10441596	Conector Prensa cable, Cable 0.48-0.76in D	C/U	Desabastecimiento	V1
70	10441642	Interruptor, Temp, Aire ,Driltech 022893003	C/U	Desabastecimiento	V1
71	10442223	Manguito,Rodamiento,3-3/16in Agujero, Ha	C/U	Desabastecimiento	V1
72	10488861	Juego Ens Manguera, No Metálico, Resistent	C/U	Desabastecimiento	V1
73	10488869	Juego Ens Manguera, No Metálico, Resistent	C/U	Desabastecimiento	V1
74	10426064	Niple,Tubo,1in Npt,3in Largo, Acero Al Ca	C/U	Desabastecimiento	V1

- Grupo de materiales con alta rotación: son los más usados en los procesos productivos de la compañía y por ende su alta rotación es indispensable. En la Tabla 2, encontramos los materiales que fueron filtrados y seleccionados de los 656 materiales que más rotación tienen, según la información arrojada del sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales o MRP.

El MRP es la fuente principal de los datos de los productos, esta arroja información relacionada de quién suministra el material, quién lo fabrica, dónde se almacena y demás información de los antecedentes de los productos que hay en una empresa, ya sean en registros de productos individuales o grupales (Bustos & Chacón, 2007). En la Tabla 2, hay 13 materiales definidos con el coordinador de inventario que presentan varios desabastecimientos durante el tiempo.

Para este grupo de materiales se analizará el comportamiento de la demanda anual y se examinará cuál de las tres estrategias definidas en el Capítulo III es la más adecuada.

Tabla 2. Materiales de alta rotación

	Código	Descripción	Unidad	Estado de inventario	Tipo de Material
1	10429140	Electrodo, Grafito, 72in Lg, 10in Dia, 1700-	C/U	Debajo Del Punto de reorden	V1
2	10444601	Concreto, Aluminio ,Erecos Corincrom94sr	C/U	Desabastecimiento	V1
3	10843761	Bolsa, Contenedora ,C/ Descarga Fondo, S/ F	C/U	Debajo Del Punto de reorden	V1
4	10433626	Ladrillo, Refractario, Recto, Syncarbon Cf7	C/U	Debajo Del Punto de reorden	V1
5	10433221	Alambre, No Eléc, Calcio silicio, 0.04% P, 0.	Kg	Debajo Del Punto de reorden	V1
6	10441406	Mezcla, Sintetica, 15mm Granulo, Desulfuran	Kg	Debajo Del Punto de reorden	V1
7	10432520	Ladrillo, Refractario, 15x25, Mgo 98%, C10%	C/U	Debajo Del Punto de reorden	V1
8	10482542	Pasta, Carbonada, Taponadora, Refrac, Metal	Tn	Debajo Del Punto de reorden	V1
9	10433551	Ladrillo, Refractario, Mgo 94-97%	C/U	Debajo Del Punto de reorden	V1
10	10441402	Cal, Dolomitica, 50-100mm Granulo, 28-33% M	Kg	Debajo Del Punto de reorden	V1
11	10433223	Panelas, Arcilla, 30x15x5 Cm, 25% Humedad	C/U	Debajo Del Punto de reorden	V1
12	10433207	Mortero, Refractario, Stampmag-Lv, Masa Mag	C/U	Debajo Del Punto de reorden	V1
13	10432799	Concreto, Refractario, Sudamin Sukast85lcf	Tn	Desabastecimiento	V1

- Grupo de materiales críticos: Los materiales presentados en la Tabla 3, cumplen la característica y ya han sido catalogados como críticos anteriormente, por el coordinador de inventarios. Entre los críticos, encontramos 350 materiales en el MRP y solo una muestra de 24 de esos presentan varios desabastecimientos durante el tiempo.

Para el grupo de materiales críticos, se analizará el comportamiento de la demanda y se examinará cuál de las tres estrategias definidas en el Capítulo III es la más adecuada.

Tabla 3 Materiales críticos

	Código	Descripción	Unidad	Estado de inventario	Tipo de Material
1	10393794	O-Ring,1900,P&H 45z91d24	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
2	10425034	Elemento Calentador, No Inmers, Especial P	C/U	Desabastecimiento	Crítico
3	10425135	Viga,Estructural,5mm Esp Web,80.5 X 46.5	M	Desabastecimiento	Crítico
4	10428073	Amplificador, Control Electroni, Ultraviol	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
5	10429124	Aceite, Hid, Sae 215,Quintolubric,Resisten	C/U	Desabastecimiento	Crítico
6	10430472	Ens Manguera, Alta Presión, Synflex 3r80-0	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
7	10432222	Anillo Sellador, Mtl, Dodgeman 130060	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
8	10436091	Proximito,Inductivo,20mm Rango,400ma,20	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
9	10436092	Proximito,Inductivo,60mm Rango,300/400m	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
10	10437444	Ensamble Engranaje ,Hel, Ent ,P&H 61f2771f1	C/U	Desabastecimiento	Crítico
11	10437467	Monitor, Vibración, Digital, Doble Escala,1	C/U	Desabastecimiento	Crítico
12	10437664	Rueda, Libre ,P & H Cran 100a7720	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
13	10438852	Anillo Presión, Elkem 1102658	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
14	10438974	Eje, Motor, P & H Cran 10e210c1	C/U	Desabastecimiento	Crítico
15	10438975	Rueda, Dentada, P & H Cran R16274d1	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
16	10438977	Sello, Aceite, P & H Cran 18q154d1	C/U	Desabastecimiento	Crítico
17	10440003	Gas, Spam Calibracion,15.25 X 6.75 X 6.25	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
18	10440004	Gas Calibración Cero,15.25 X 6.75 X 6.25	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
19	10441690	Ensamble Válvula, Corte, Maxon 1725384	C/U	Desabastecimiento	Crítico
20	10441975	Sello,Encapsulado,130mm Di,160mm De,15mm	C/U	Desabastecimiento	Crítico
21	10443791	Membrana, Anillo Presión, Elkem 2100288	C/U	Desabastecimiento	Crítico
22	10444589	Chumacera, Ensamble, Modular, P/Eje 6in,Dod	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico
23	10444853	Rodamiento, Camisa, Revestimiento Plxc,6in	C/U	Desabastecimiento	Crítico
24	10495803	Adaptador,Herramienta,Taladrad,B51/T45,7	C/U	Debajo Del Punto de reorden	Crítico

Luego de la categorización de los 3 grupos de materiales seleccionados en este capítulo.

Se evaluaron las estrategias definidas en el Capítulo III, y se seleccionó la que más se adaptó a la situación de los materiales ya categorizados. En los Anexos 6, 7 y 8, se presentan los criterios definidos para la selección de la estrategia que se implementará en el capítulo siguiente.

El cumplimiento de los criterios, se realizó de la siguiente forma, si la respuesta era afirmativa, es decir, “SI” se reemplazaba por el número 2, si la respuesta era negativa, es decir, “NO” se reemplazaba por el número 1. La propuesta a elegir fue aquella que mayor puntaje obtuvo de la diferencia de los puntos totales de los valores agregados con los puntos totales de las dificultades de implementación. Es decir, la estrategia que se seleccionó, es la del **Modelado detallado y selección analítica de los valores de un número limitado de variables de decisión**, encontrada en el Anexo 6.

Se compararán los costos totales de los niveles de servicio con el fin de determinar uno que ayude a mejorar el sistema de control de inventarios. Es decir, definir si es mejor continuar con el nivel de servicio actual, lograr el nivel de servicio deseado por la empresa de 90% o implementar el nivel de servicio óptimo calculado para cada material en esta propuesta.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE DATOS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS GRUPOS DE MATERIALES

5. ANÁLISIS DE DATOS

En este capítulo se analizará el comportamiento de la demanda anual durante los últimos 5 años de los materiales presentados y categorizados en la propuesta del Capítulo IV.

5.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Se analiza el comportamiento de la demanda anual del Grupo de materiales de alta rotación, teniendo en cuenta los datos suministrados por la empresa obtenidos del sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales o MRP. Los valores de la demanda anual durante los últimos 5 años, se analizaron en el Software STATGRAPHICS, una

herramienta de análisis estadístico que proporciona información detallada de las variables (Statgraphics Net, 2020).

La prueba de normalidad de los 13 materiales de alta rotación, dio como resultado que el Valor-p es mayor a 0.05, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis, de que los datos provienen de una distribución normal. Esto se presentó de igual forma en el análisis del comportamiento de la demanda anual para el Grupo de materiales críticos.

Teniendo en cuenta el análisis realizado, al Grupo de materiales de alta rotación y la estrategia propuesta en el Capítulo IV, se implementará el modelo matemático para productos de alta rotación, que fue descrito en el Capítulo III del Marco conceptual. Por otro lado, al Grupo de materiales críticos, se aplicará el modelo matemático de control de inventario, para demandas independientes que fue descrito en el Capítulo III del Marco conceptual.

En el análisis del comportamiento de la demanda del Grupo de materiales en desabastecimiento. Se cuestiona si estos materiales, han dejado de ser usados y pueden convertirse futuramente en obsoletos, o realmente son de muy baja rotación en la compañía. Al analizar el comportamiento de la demanda anual de los materiales hasta el 2018, encontramos distribuciones como: distribución triangular, distribución logística, distribución Normal plegada y demás.

Analizando las entradas de los materiales en desabastecimiento, encontramos que estos han entrado a la compañía por un proceso que en CERRO MATOSO S.A. se denomina cargos directos, este proceso es similar al procedimiento de solicitud de los materiales presentado en el Capítulo I, la única diferencia es que este no es cargado al inventario de SAP del material, sino que después de llegar a bodega es entregado directamente al usuario (SAP, 2008). El soporte de entrega que maneja la compañía actualmente es un control de registro físico de firmas por recibido.

Para el Grupo de materiales en desabastecimiento debe realizarse un análisis cualitativo con el que se puedan responder las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los factores que han estado afectando que los materiales estén en desabastecimiento desde finales del año 2018? , ¿Por qué los clientes prefieren el proceso de cargos directos? y ¿Qué recomendaciones se les podría adicionar para un mejor control de dicho proceso?

Por limitación de tiempo de la práctica empresarial no se pudo tener respuesta a las preguntas planteadas y por esta razón, no se continúa trabajando con este Grupo de materiales en desabastecimiento.

5.2. RESULTADOS

En esta parte del capítulo, se calculan los nuevos valores de los tamaños de pedido y punto de reorden, del Grupo de materiales de alta rotación y el Grupo de materiales críticos, teniendo en cuenta la estrategia definida en la propuesta del Capítulo IV.

Los costos de hacer un pedido, de desabastecimiento y de mantener, fueron suministrados por el coordinador de inventarios de CERRO MATOSO S.A. Cabe aclarar, que el valor del costo por desabastecimiento es diferente en cada material. Mientras que el costo de hacer un pedido y de mantener dado por la empresa, es fijo para todos los Grupos de materiales.

Para comprender el modelo que se propuso en el Capítulo IV, se realiza una muestra de un material elegido al azar, del Grupo de materiales de alta rotación e igualmente se selecciona uno al azar del Grupo de materiales críticos del Capítulo IV.

5.2.1. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA PARA MATERIALES CRÍTICOS

El código del material 10425135 que corresponde a una viga, estructural, 5mm esp web, 80.5 X 46.5, que se encuentra por debajo del punto de reorden y es un material con alto costo de desabastecimiento e impacto productivo para la empresa, es decir, un material

crítico. Se calcularán las variables del modelo control de inventario para demandas independientes, definidas en el Capítulo III.

Para determinar el tamaño del pedido Q del código 10425135 que corresponde a la viga, estructural, 5mm esp web, 80.5 X 46.5, se usa la Ecuación 1 descrita en el Capítulo III del modelo de control de inventarios. Al remplazar los valores se tendrá, que el nuevo tamaño de pedido para el material es de aproximadamente 34 Metros. Como se presenta a continuación:

$$Q = \sqrt{\frac{2KD}{kc}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 * (155.520) * (201,6)}{53.700}}$$

$$Q = 34,17$$

Teniendo en cuenta la condición definida en la Ecuación 2, se determina, si esta se cumple o no, en caso de no cumplirse se procede a realizar el cálculo del factor de seguridad Z , con la Ecuación 3.

$$\frac{D * Ku}{\sqrt{2\pi} QKc\sigma} < 1$$

$$3,8 > 1$$

Dado que la condición no se cumple se procede a realizar el cálculo de Z usando la Ecuación 3, definida en el Capítulo III.

$$Z = \sqrt{2\ln(3,8)}$$

$$Z = 1,63$$

Conociendo que el factor de seguridad es de 1,63, se procede a buscar el valor del nivel de servicio P1 y el valor de la función de pérdida de distribución normal Gu (Z) para el valor de Z. El valor del nivel de servicio óptimo P1 corresponde a 0,94 y el nivel de servicio óptimo P2, se calcula usando la Ecuación 5 y el nuevo valor de punto de reorden de este material con la Ecuación 6.

$$P2 = 1 - \frac{Gu(z)\sigma}{Q}$$

$$P2 = 0,98$$

$$R = M + Z\sigma$$

$$R = 49,16 + (1,63)(26,01)$$

$$R = 92 \text{ Metros}$$

El nuevo punto de reorden aproximado para la Viga, Estructural, 5mm Esp Web, 80.5 X 46 es aproximadamente de 92 metros, debido a que el tiempo de espera de llegada de este material a Bodega es aproximadamente de 3 meses y por ser un material crítico, tenerlo en inventario es de vital importancia. El nivel de servicio P2 óptimo para ese material es de aproximadamente 0,98. Sin embargo, CERRO MATOSO S.A tiene estipulado que el nivel de servicio debe ser de 0,9 para todos sus materiales. Por eso, se realiza una comparación entre los costos totales que tiene la empresa con el nivel de servicio P1 actual, los costos totales que se pueden tener con un nivel de servicio P1 de 0,94 y los costos totales con el nivel de servicio P1 que desea la empresa de 0,79.

Por medio de la aplicación de la Ecuación 9 presentada en el Capítulo III, para los diferentes niveles de servicio P1. Se tiene que los costos totales de inventario que maneja la empresa para ese material con un nivel de servicio actual P1 de 0,94, el costo es de \$5.005.054,59 anuales, los costos totales presentados en la propuesta con un nivel de servicio P1 de 0,94 es de \$4.795.455 y los costos totales que la empresa podría tener si alcanza el nivel de servicio deseado P1 de 0,79 es de \$7.317.124. El nivel de servicio P2 actual de la empresa es 0,98, el nivel de servicio P2 propuesto por la empresa es 0,9 y el nivel de servicio P2 óptimo presentado en esta propuesta es de 0,98.



Ilustración 2 Comparación de costos totales según el nivel de servicio

Teniendo en cuenta lo presentado en la Ilustración 2 el menor costo total de los 3 niveles de servicios se consigue con el nivel de servicio propuesto P1. El nivel de servicio P2 óptimo de 0,98 comparado con el nivel de servicio P2, deseado por la empresa de 0,9.

Además de ser óptimo y superar el valor deseado, garantiza a la empresa mayores beneficios de disponibilidad y menos costos.

En la Tabla 4 se presenta un cuadro comparativo de costos totales para el Grupo de materiales Críticos. Se muestra la diferencia que hay entre los costos que viene manejando la empresa con su actual nivel de servicio y los costos de nivel de servicio deseado por la empresa contra los costos obtenidos de la propuesta. Por consiguiente, se observa una reducción de un 44% de los costos totales actuales de la empresa si se implementa el nivel de servicio de la propuesta. El nivel de servicio óptimo P1 o propuesto, además de cumplir con el objetivo de minimizar los costos por material, es más factible financieramente que un nivel de servicio P1 de 0,79 que generaría un 61% más de costos en comparación con los costos de la propuesta.

Tabla 4 Cuadro comparativo de costos totales del Grupo de materiales Críticos.

COSTO TOTALES DESEADO POR LA EMPRESA	COSTOS TOTALES CON LA PROPUESTA	COSTO TOTAL ACTUAL DE LA EMPRESA
\$48.569.416	\$18.963.450	\$ 33.995.640,47
REDUCCIÓN DE COSTOS		
	NIVEL DE SERVICIO DESEADO	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL
\$ NIVEL DE SERVICIO PROPUESTO	\$29.605.966,10	\$15.032.190,70
% NIVEL DE SERVICIO PROPUESTO	61%	44%

5.2.2. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA PARA MATERIALES DE ALTA ROTACIÓN

Los materiales de alta rotación, son calculados teniendo en cuenta lo definido en la propuesta. Luego de aleatoriamente escoger un material al azar del grupo presentado en la Tabla 2. El material seleccionado es 10429140 que corresponde al electrodo, grafito, 72in lg, 10in día, 1700. Calculando el valor de Q con la Ecuación 1, Se procede a realizar la tabla de iteraciones con la aplicación de la Ecuación 7 y Ecuación 8, donde se definió el valor de Z y Q óptimo, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5 Iteraciones de Q y Z para el electrodo, grafito, 72in lg, 10in dia, 1700.

Q	64,1916	66,802067	66,924256	66,929997	66,930266	66,930279	66,930279
Z	2,1205	2,1016243	2,1007546	2,1007137	2,1007118	2,1007117	2,1007117

Definido los valores de Q y Z, se procede a calcular el valor del punto de reorden de este material y el nivel de servicio P2, usando la Ecuación 6 y la Ecuación 5 correspondientemente. Los valores de todas las iteraciones realizadas para el Grupo de materiales de alta rotación se encuentran plasmados en el Anexo 3.

$$R = M + Z\sigma$$

$$R = 117 + (2,10)(41,51)$$

$$R = 204,15$$

$$P2 = 1 - \frac{Gu(z)\sigma}{Q}$$

$$P2 = 0,99$$

En la Tabla 6, se presenta un cuadro comparativo de los costos que viene manejando la empresa con su sistema de control de inventario contra los costos obtenidos en la propuesta. Por consiguiente, se observa una reducción de un 3,9% en el costo total actual de la empresa. Además la propuesta garantiza que los materiales establecidos en esta categoría tendrán mayor probabilidad de satisfacer la demanda con una reducción de costos de un 2,7% en comparación con los costos deseados por la empresa.

Tabla 6 Cuadro comparativo de costos totales del Grupo de materiales de alta rotación.

COSTO TOTALES DESEADO POR LA EMPRESA	COSTOS TOTALES CON LA PROPUESTA	COSTOS TOTALES ACTUAL DE LA EMPRESA
\$125.634.251.166,50	\$125.599.759.518,18	\$ 125.635.041.167,78
REDUCCIÓN DE COSTOS		
	NIVEL DE SERVICIO DESEADO	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL
\$ NIVEL DE SERVICIO PROPUESTO	\$34.491.648,32	\$ 35.281.649,59
% NIVEL DE SERVICIO PROPUESTO	2,7%	2,8%

El nuevo valor de punto de reorden y tamaño de pedido de esta propuesta, se presentan de la siguiente forma: Anexos 1, para el Grupo de materiales de alta rotación y en el Anexo 2, para el Grupo de materiales críticos.

5.3. SIMULACIÓN

Los nuevos valores de punto de reorden y tamaño de pedido fueron simulados en ARENA un software de simulación de situaciones o procesos comerciales que ayuda a evaluar decisiones que se establecen con el fin de cumplir un objetivo antes de ser ejecutados (Rockwell Automation, 2020).

En la Ilustración 3, podemos observar el esquema diseñado para la simulación de los nuevos valores del punto de reorden y tamaño de pedido para el material que se seleccionó al azar en el Capítulo V.

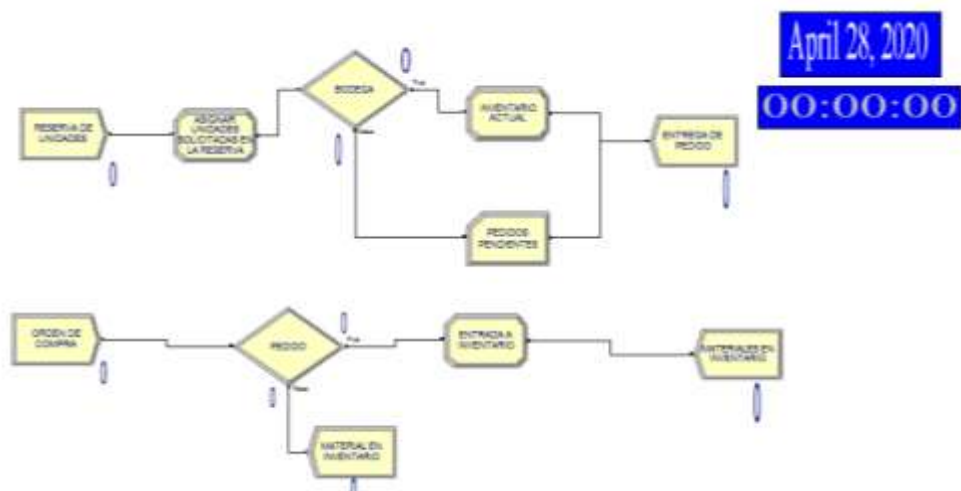


Ilustración 3. Esquema de Simulación realizado en el software Arena para los nuevos valores propuestos del material: Viga, Estructural, 5mm Esp Web, 80.5 X 46

Con los valores arrojados en el análisis y en la fase de resultados, se simuló el proceso que realiza CERRO MATOSO S.A. cuando una unidad de negocios realiza una reserva hasta que esta es reclamada en la bodega, como se explica en el Capítulo I. Teniendo en cuenta el comportamiento de la demanda pronosticada durante el tiempo de espera con

distribución normal estándar de 49 unidades y la desviación estándar durante el tiempo de espera de 26 unidades. Se simula el proceso de entrada de solicitud de material con los nuevos valores de punto de reorden, tamaño de pedido y, el tiempo de espera establecido que tiene la empresa con cada uno de sus proveedores.

En la Ilustración 4, observamos la simulación del comportamiento de la demanda durante un año de la Viga, Estructural, 5mm Esp Web, 80.5 X 46, con los nuevos valores establecidos en la propuesta incluyendo el nivel de servicio óptimo. Teniendo en cuenta el comportamiento de la demanda, se observa que durante 1 año, la cantidad total solicitada de Viga Estructural será de 200 Metros cumpliendo con la demanda anual promedio de 202 Metros aproximadamente. En la simulación durante 1 año se recibirán 5 pedidos por parte del proveedor y no se tendrán pedidos pendientes para los usuarios de las otras unidades de negocio.

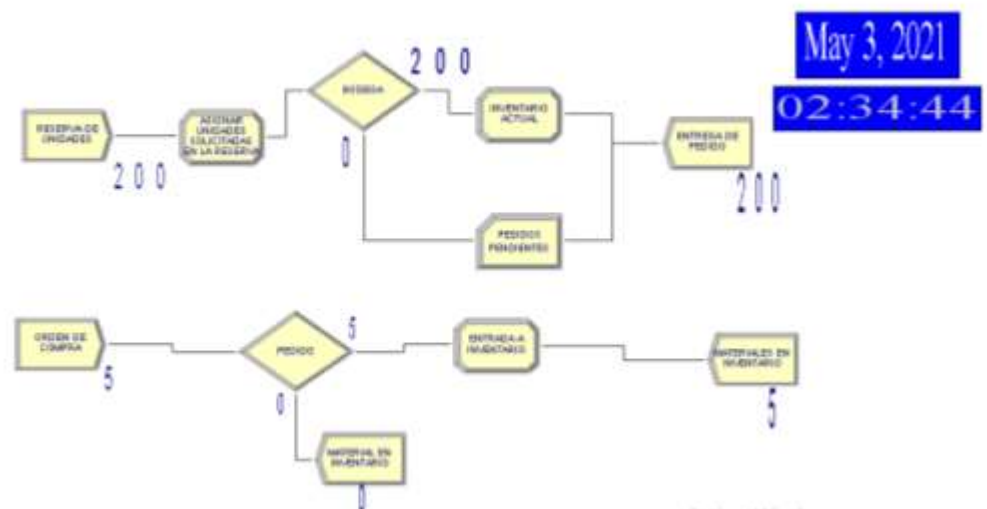


Ilustración 4. Resultado de la ejecución de los nuevos valores propuestos del material: Viga, Estructural, 5mm Esp Web, 80.5 X 46, para un año.

Teniendo en cuenta la simulación diseñada en la Ilustración 3, se reemplazan los valores correspondientes para el material con código 10429140 que corresponde a electrodo, grafito, 72in lg, 10in día, 1700, del Grupo de materiales de alta rotación. Igualmente, se tiene en cuenta los valores optimos propuestos para este material, como punto de reorden, tamaño de pedido, desviacion estadandar durante el tiempo de espera, demanda pronosticada durante el tiempo de espera y tiempo de espera.

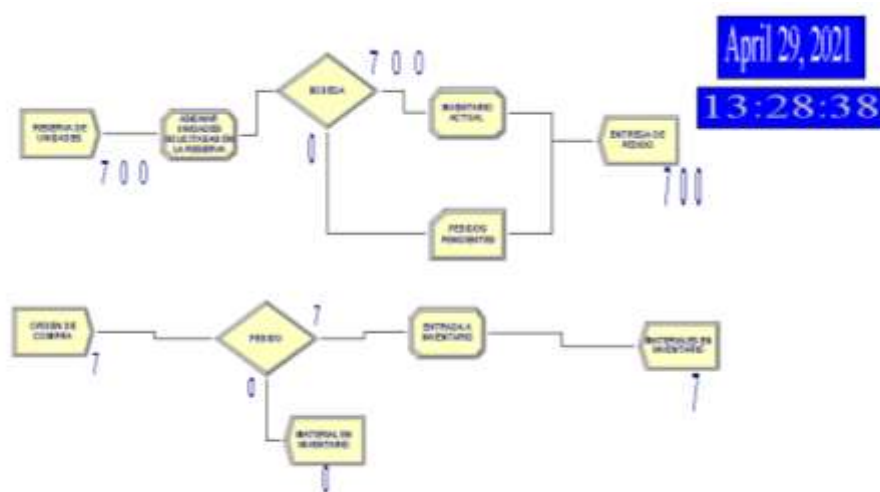


Ilustración 5. Resultado de la ejecución de los nuevos valores propuestos del material: electrodo, grafito, 72in lg, 10in día, 1700, para un año.

En la Ilustración 5, observamos la simulación del comportamiento de la demanda durante un año del electrodo, grafito, 72in lg, 10in día, 1700, con los nuevos valores establecidos en la propuesta incluyendo el nivel de servicio óptimo. Teniendo en cuenta el comportamiento de la demanda, se observa que durante 1 año, la cantidad total solicitada

será de 700 Metros cumpliendo con la demanda anual promedio de 711 Metros aproximadamente. En la simulación durante 1 año se recibirán 7 pedidos por parte del proveedor y no se tendrán pedidos pendientes para los usuarios de las otras unidades de negocio.

En la simulación observamos que los valores calculados, coinciden con el número de pedidos que se estima tener al año. Entonces, el Modelo de Control de inventarios para demandas independientes, cumple el objetivo de minimizar costos y optimizar la disponibilidad de los materiales definidos en la propuesta del Capítulo IV. En el Anexo 4, se presenta la comparación de los 3 costos totales para el Grupo de materiales de alta rotación teniendo en cuenta el nivel de servicio actual, el nivel de servicio propuesto o el nivel de servicio deseado por la empresa. De igual forma en el Anexo 5, la comparación de costos, pero, para el Grupo de materiales críticos. En el Anexo 9 se encuentra la simulación del grupo de los materiales críticos y los de alta rotación.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

CERRO MATOSO S.A presenta problemas con la baja disponibilidad de su inventario. Para efectos, se le ha propuesto una mejora de su sistema de control de inventarios por medio de la aplicación de un modelo de control de inventarios para demandas independientes, que reevalúa los puntos de reorden y tamaños de pedidos de los materiales que fueron categorizados en el Capítulo IV.

En la aplicación del modelo presentado en la propuesta, se obtuvo que al comparar los puntos de reorden que tienen definido la compañía y los nuevos puntos de reorden óptimos propuestos, al igual que los nuevos tamaños de pedido. Los costos totales de inventario, de la propuesta contra los costos que maneja la empresa actualmente y los costos con un nivel de servicio de 0,9 se reducen en un porcentaje significativo, como se describe en la Tabla 4 y Tabla 6 presentadas en el Capítulo V.

Los nuevos valores que se le proponen a la empresa fueron validados por medio del software de simulación Arena, los resultados se presentan en el Anexo 9. En la simulación se pudo visualizar el comportamiento de la demanda y del inventario durante un tiempo

establecido, cabe resaltar que los resultados obtenidos son favorables para la empresa, debido a que estos nuevos valores además de garantizar el mejoramiento del sistema de control de inventarios podrán ayudar a disminuir los costos totales del inventario.

Finalmente, en los Anexos presentados en este trabajo, se encuentran los valores de puntos de reorden y tamaño de pedido, para las dos Grupos de materiales que manejaron estrategias cuantitativas, es decir, los materiales de alta rotación y los materiales críticos. De igual forma, se presenta el nivel de servicio óptimo para cada uno de los materiales de los grupos definidos. Exceptuando, el grupo de materiales en desabastecimiento, que no se pudo llevar a cabo la implementación de la estrategia, debido a las limitaciones de tiempo que tiene la práctica empresarial y el análisis cualitativo que requería de mayor tiempo de estudio para ese Grupo de materiales.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

La propuesta dada a la compañía tiene el objetivo de mejorar el sistema de control de inventarios de los Grupos de los materiales presentados en el Capítulo IV. Sin embargo, durante el análisis encontramos otras problemáticas que están afectando el sistema de control inventario y están influyendo directamente en la disponibilidad de los materiales.

Por otro lado, para el Grupo de materiales en desabastecimiento, se le sugiere a la empresa apoyarse del próximo estudiante en práctica que pueda resolver las inquietudes que no se pudieron solucionar en la presente propuesta, por las limitaciones del tiempo de la práctica. Las preguntas son: ¿Cuáles son los factores que han estado afectando que los materiales estén en desabastecimiento desde finales del año 2018? , ¿Por qué los clientes prefieren el proceso de cargos directos? y ¿Qué recomendaciones se les podría adicionar para un mejor control de dicho proceso?

Finalmente, se recomienda a la compañía evaluar la propuesta presentada, con el fin de lograr mejorar el sistema de control de inventarios que posee la empresa actualmente y que ha estado presentando problemas con la disponibilidad de los materiales por la reducción del indicador DIFOT.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco de la República. (2009). *El ferroniquel de Cerro Matoso: Aspectos económicos de Montelíbano y el alto San Jorge*. Colombia.
- Bustos , C., & Chacón, G. (2007). El MRP En la gestión de inventarios. *Vision Gerencial*, 5-17.
- CERRO MATOSO S.A. (2018). *REPORTE DE SOSTENIBILIDAD*. Montelibano: Joyce Nessin.
- CERRO MATOSO S.A. (01 de 12 de 2019). Sistema de gestión Glosario de terminos. . Montelibano., Colombia.
- Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades de las empresas. *vision gerencial*, 55-78.
- Gómez, R., & Guzmán , O. (2016). *Desarrollo de un sistema de inventarios para el control de materiales, equipos y herramientas dentro de la empresa de construcción ingeniería sólida ltda*. Universidad Libre, Bogotá.
- González, F. (2009). *Propuesta para mejoramiento de exactitud en registro de inventarios de materiales de envase y empaque en una empresa de cosméticos*. Bogotá.

- IBM. (2019). *IBM*. Obtenido de [https://www-03.ibm.com/software/sla/sladb.nsf/8bd55c6b9fa8039c86256c6800578854/baed8aa32b294b2b86258378004d29fa/\\$FILE/i126-8401-01_01-2019_es_ES.pdf](https://www-03.ibm.com/software/sla/sladb.nsf/8bd55c6b9fa8039c86256c6800578854/baed8aa32b294b2b86258378004d29fa/$FILE/i126-8401-01_01-2019_es_ES.pdf)
- Marr, B. (Mayo de 2017). *Bernard Mars & Co*. Obtenido de <https://www.bernardmarr.com/default.asp?contentID=1310>
- Monden, Y., & Hillers, t. G. (1996). *El "just in time" hoy en Toyota* (Segunda ed.). Bilbao, Deusto, España.
- Negron, D. M. (2009). *Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios*. Mexico: CENGAGE Learning.
- Ortega, A., Padilla, S., Torres , J., & Ruz, A. (2017). Nivel de importancia del control interno de los inventarios dentro del marco conceptual de una empresa. *Unisimon*.
- Oviedo, E. (2018). *Informe general de inventario del FY18*. Montelíbano.
- Pelton, L., Strutton, D., & Lumpkin , J. (1999). *Canales de Marketing y distribución comercial*. Santafé de Bogota: Mc Graw Hill.
- Ríos, F., Martínez, A., Palomo, T., Cacéres , S., & Díaz, M. (2008). Inventarios probabilísticos con demanda independiente de revisión continua, modelos con nuevos pedidos. *CIENCIA ergo sum*, 15-3, 251-258.
- Rockwell Automation. (2020). *Arena Simulation Software*. Obtenido de <https://www.arenasimulation.com/>
- SAP. (15 de Agosto de 2008). *Difference between PR and PO*. Obtenido de www.sap.com.

Schalit, S., & Vermorel, J. (Marzo de 2014). *Quantitative Supply chain*. Obtenido de <https://www.lokad.com/es/definicion-nivel-de-servicio>

Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). *Inventory and Production Management in Supply Chains* (Fourth Edition ed.). New York: Taylor & Francis Group.

Statgraphics Net. (2020). *STATGRAPHICS Centurion XVIII*. Obtenido de <https://statgraphics.net/>

Susana Chamorro. (2016). *¿Qué es SAP y para que sirve?* Barcelona: Planeta formación y universidades.

Vermorel, J. (2012). *Lokad Quantitative Supply Chain*. Obtenido de <https://www.lokad.com/es/nivel-de-servicio-definicion-y-formula>

W. Pentico, D., & J. Drake, M. (2007). The deterministic EOQ with partial backordering: A New approach. *European journal of operational research*, 102-113.

ANEXO 1. TAMAÑO DE PEDIDO Y PUNTO DE REORDEN GRUPO DE MATERIALES DE ALTA ROTACIÓN

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TIPO DE MATERIAL	TIEMPO DE ESPERA EN DÍAS	TIEMPO DE ESPERA DE PEDIDO EN AÑOS	CONSUMO 2015	CONSUMO 2016	CONSUMO 2017	CONSUMO 2018	CONSUMO 2019	DEMANDA PRONOSTICADA ANUAL(D)	DEMANDA PRONOSTICADA DURANTE EL TIEMPO DE ESPERA(Ano)	VARIANZA	DESV. ESTÁNDAR DEMANDA ANUAL	DESV. DURANTE EL TIEMPO DE ESPERA	COSTO DE ORDENARLO	PRECIO(V)	COSTO FLOJ DE DESABASTECIMIENTO ANUAL (KU)	COSTO DE MANTENER ANUAL(KC)	DISTRIBUCIÓN	Z10	Gm(Z)	TAMAÑO DE PEDIDO DE LA EMPRESA	TAMAÑO DE PEDIDO PROPUESTO	ANTERIOR PUNTO DE REORDEN	PUNTO DE REORDEN PROPUESTO (R)	INVENTARIO DE SEGURIDAD PROPUESTO
10429140	ELECTRODO,GRFITTO,72IN LG,10IN DIA,1700-	C/ U	V I	60	0,16 44	533	690	733	844	757	711,4	116,94	10482,64	102,38	41,51	\$155.52 0,00	\$108.296, 14	\$760.021, 17	\$53.70 0,00	NORM AL	2,1007 117	0,006	10 0	66,930 28	279	204,15	87,20
10444601	CONCRETO,ALUMIN,ERECOS CORINCROM94SR	C/ U	V I	11 7	0,32 05	223	170	190	142	256	196,2	62,89	1591,36	39,89	22,59	\$155.52 0,00	\$4.644,00 0,00	\$1.113.30 6,33	\$53.70 0,00	NORM AL	2,2599 571	0,004	12 0	35,118 825	46	113,93	51,04
10843761	BOLSA,CONTENEDORA,C/ DESCARGA FONDO,S/ F	C/ U	V I	18 0	0,49 32	4767 5	4200 0	5050 2	57726	4715 6	49011 ,8	24170, 20	2651086 8,96	5148,87	3615,7 8	\$155.52 0,00	\$37.885,0 0	\$7.880,59	\$53.70 0,00	NORM AL	3,0566 345	0,000 1	60 0	532,82 38	2800 0	35222,3 2	11052,1 1
10433626	LADRILLO,REFRACTARIO,RECTO, SYNCARBON CF7	C/ U	V I	15 0	0,41 10	4200	3780	4585	4585	3990	4228	1737,5 3	102606	320,32	205,35	\$155.52 0,00	\$39.690,0 0	\$7.284,24	\$53.70 0,00	NORM AL	2,4928 359	0,002	10 0	156,51 39	3188	2249,43	511,89
10433221	ALAMBRE,NO ELÉC,CALCIOSILICIO,0,04% P,0.	K G	V I	10 0	0,27 40	7468 65	4425 21	2492 68	26246 6	2244 92	38512 2,4	10551 2,99	3869108 8760	196700, 51	10295 7,75	\$155.52 0,00	\$9.346,00	\$6.401,43	\$53.70 0,00	NORM AL	3,7941 069	0,000 01	17 00	1493,5 543	3000 00	496145, 69	390632, 71
10441406	MEZCLA,SINTETICA,15MM GRANULO,DESULFURAN	K G	V I	33	0,09 04	5654 000	5815 500	6354 026	8,00E +06	4720 000	61476 00	55581 0,41	1,17168E +12	108244 2,29	32547 3,24	\$155.52 0,00	\$353,00	\$325,21	\$53.70 0,00	NORM AL	4,4594 307	0,000 001	50 00	5967,2 438	1500 000	200723 5,78	145142 5,36
10432520	LADRILLO,REFRACTARIO,15X25,M GO 98%,C10%	C/ U	V I	11 5	0,31 51	4050	4075	5275	4890	6235	4905	1545,4 1	665190	815,59	457,80	\$155.52 0,00	\$45.047,0 0	\$51.873,3 2	\$53.70 0,00	NORM AL	1,9368 684	0,01	15 0	169,29 45	2740	2432,11	886,70
10482542	PASTA,CARBONADA,TAPONADOR A,REFRAC,METAL	T N	V I	95	0,26 03	8964, 54	3665 4,8	152,8 46	210,8	160,5 15	9228, 708	2401,9 9	1996372 73,4	14129,3 1	7208,3 6	\$155.52 0,00	\$498.933, 26	\$429.943, 97	\$53.70 0,00	NORM AL	2,1074 655	0,007	30 0	236,74 066	1250 0	17593,3 5	15191,3 6
10433551	LADRILLO,REFRACTARIO,MGO 94-97%	C/ U	V I	19 4	0,53 15	2308	2926	3384	3304	2663	2917	1550,4 1	160667,2	400,83	292,23	\$155.52 0,00	\$85.540,0 0	\$66.374,9 3	\$53.70 0,00	NORM AL	1,7001 158	0,019	10 0	131,21 383	1800	2047,22	496,82
10441402	CAL,DOLOMITICA,50-100MM GRANULO,28-33% M	K G	V I	50	0,13 70	1625 500	1783 500	1569 180	2,00E +06	1177 500	15650 36	21438 8,49	7378627 3984	271636, 29	10053 7,10	\$155.52 0,00	\$374,00	\$311,90	\$53.70 0,00	NORM AL	4,3576 077	0,000 001	30 00	3010,8 086	3871 40	652489, 75	438101, 25
10433223	PANELAS,ARCILLA,30X15X5 CM,25% HUMEDAD	C/ U	V I	55	0,15 07	1000 00	6500 0	6955 0	77200	5100 0	72550	10932, 19	2611060 00	16158,7 7	6272,5 4	\$155.52 0,00	\$2.350,00	\$25.788,7 9	\$53.70 0,00	NORM AL	2,7716 203	0,001	45 0	648,39 564	1906 4	28317,2 9	17385,1 0
10433207	MORTERO,REFRACTARIO,STAMP MAG-LV,MASA MAG	C/ U	V I	10 9	0,29 86	1800	1740	2340	2220	1560	1932	576,95	88416	297,35	162,49	\$155.52 0,00	\$108.712, 00	\$142.009, 05	\$53.70 0,00	NORM AL	0,8666 027	0,104	17 0	114,73 203	520	717,77	140,82
10432799	CONCRETO,REFRACTARIO,SUDA MIN SUKAST8SLCF	T N	V I	14 9	0,40 82	84,37 5	1593	84	102	84	389,4 75	158,99	362166,0 525	601,80	384,50	\$155.52 0,00	\$2.851.99 5,00	\$2.061.48 4,33	\$53.70 0,00	NORM AL	0,7548 338	0,129	90 0	129,59 853	11	449,23	290,24

ANEXO 2. TAMAÑO DE PEDIDO Y PUNTO DE REORDEN GRUPO DE MATERIALES CRITICOS.

CÓDIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL	CRITICO	TIEMPO DE ESPERA(AÑOS)	CONSUMO 2015	CONSUMO 2016	CONSUMO 2017	CONSUMO 2018	CONSUMO 2019	DEMANDA PRONOSTICADA ANUAL	DEMANDA PRONOSTICADA DURANTE EL TIEMPO DE ESPERA (AÑOS)	VARIANZA DEMANDA ANUAL	DESV ESTANDAR DEMANDA ANUAL	DESV ESTANDAR DEMANDA DURANTE EL TIEMPO DE ESPERA (AÑOS)	COSTO DE ORDENAR(K)	PRECIO(V)	COSTO DE DESARASTECIMIENTO ANUAL(RU)	COSTO DE MANTENER ANUAL (RC)	DISTRIBUCIÓN	TAMAÑO DE PEDIDO PROPUESTO (Q)	TAMAÑO DE PEDIDO DE LA CANTIDAD	TAMAÑO DE PEDIDO DEBASTECIDO	ANTERIOR PUNTO DE REORDEN	PUNTO DE REORDEN PROPUUESTO	INVENTARIO DE SEGURIDAD PROPUESTO
10438974	EJE,MOTOR,P & H CRAN 10E210C1	C/U	0	V1	X	0,3671	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,29	0,16	0,40	0,24	\$155.520,00	\$31.029.681,00	\$ 11.746.536,00	\$53.700	NORMAL	2,1526	3	2	1	2	0,76
10438975	RUEDA,DENTADA,P & H CRAN R16274D1	C/U	1	V1	X	0,3836	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	0,46	0,16	0,40	0,25	\$155.520,00	\$15.775.307,00	\$ 6.073.958,00	\$53.700	NORMAL	2,6364	4	3	1	2	0,73
10437467	MONITOR,VIBRACION,DIGITAL,DOBLE ESCALA,1	C/U	0	V1	X	0,4247	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,80	0,76	0,96	0,98	0,64	\$155.520,00	\$1.482.243,00	\$ 7.736.791,00	\$53.700	NORMAL	3,2289	5	3	1	3	1,80
10444589	CHUMACERA,ENSAMBLE,MODULAR,P/EJE 6IN,DOD	C/U	1	V1	X	0,5973	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,40	0,84	0,24	0,49	0,38	\$155.520,00	\$13.159.018,00	\$ 4.678.195,00	\$53.700	NORMAL	2,8476	8	3	1	2	1,04
10437664	RUEDA,LIBRE,P & H CRAN 100A7720	C/U	1	V1	X	0,4055	1,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,80	0,73	2,56	1,60	1,02	\$155.520,00	\$22.566.912,00	\$ 10.959.568,00	\$53.700	NORMAL	3,2289	4	3	2	4	2,83
10444853	RODAMIENTO,CAMISA,REVESTIMIENTO PLXC,6IN	C/U	0	V1	X	0,2082	2,00	1,00	1,00	2,00	3,00	1,80	0,37	0,56	0,75	0,34	\$155.520,00	\$23.875.746,00	\$ 4.463.457,00	\$53.700	NORMAL	3,2289	4	3	1	2	0,97
10441975	SELLO,ENCAPSULADO,130MM DI,160MM DE,15MM	C/U	0	V1	X	0,3151	4,00	1,00	4,00	1,00	1,00	2,20	0,69	2,16	1,47	0,82	\$155.520,00	\$885.000,00	\$ 9.103.023,00	\$53.700	NORMAL	3,5697	10	4	2	3	2,28
10425034	ELEMENTO CALENTADOR,NO INMERS,ESPECIAL P	C/U	0	V1	X	0,3260	0,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,33	0,40	0,63	0,36	\$155.520,00	\$6.151.761,00	\$ 3.124.993,00	\$53.700	NORMAL	2,4067	2	2	2	2	0,95
10441690	ENSAMBLE VALVULA,CORTE,MAXON 1725384	C/U	0	V1	X	0,2877	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,23	0,16	0,40	0,21	\$155.520,00	\$14.026.566,00	\$ 1.871.527,00	\$53.700	NORMAL	2,1526	5	2	1	1	0,55
10437444	ENSAMBLE ENGRANAJE,HEL,ENT,P&H 61F2771F1	C/U	0	V1	X	0,3288	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,26	0,16	0,40	0,23	\$155.520,00	\$1.160.616,00	\$ 1.229.483,00	\$53.700	NORMAL	2,1526	5	2	1	1	0,54
10428073	AMPLIFICADOR,CONTROL ELECTRONI,ULTRAVIOL	C/U	1	V1	X	0,3753	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,80	0,30	0,16	0,40	0,25	\$155.520,00	\$1.622.803,00	\$ 1.208.304,00	\$53.700	NORMAL	2,1526	1	2	1	1	0,57
10436092	PROXIMITOR,INDUCTIVO,60MM RANGO,300/400M	C/U	5	V1	X	0,1562	14,00	15,00	8,00	13,00	9,00	11,80	1,84	7,76	2,79	1,10	\$155.520,00	\$1.597.803,00	\$ 2.014.597,00	\$53.700	NORMAL	8,2673	2	8	4	5	2,70
10443791	MEMBRANA,ANILLO PRESION,ELKEM 2100288	C/U	0	V1	X	2,8164	10,00	13,00	13,00	30,00	33,00	19,80	55,77	93,36	9,66	16,22	\$155.520,00	\$1.150.481,00	\$ 5.030.801,00	\$53.700	NORMAL	10,7091	4	11	60	84	27,35
10438977	SELLO,ACEITE,P & H CRAN 18Q154D1	C/U	0	V1	X	2,9233	9,00	4,00	6,00	8,00	2,00	5,80	16,96	6,56	2,56	4,38	\$155.520,00	\$64.191,00	\$ 940.520,00	\$53.700	NORMAL	5,7961	5	6	18	22	4,08
10429124	ACEITE,HID,SAE 215,QUINTOLUBRIC,RESISTEN	C/U	0	V1	X	0,2740	40,00	52,00	57,00	56,00	54,00	51,80	14,19	37,76	6,14	3,22	\$155.520,00	\$3.978.427,00	\$ 520.477,00	\$53.700	NORMAL	17,3215	3	17	18	20	5,18
10432222	ANILLO SELLADOR,MTL,DODGEMAN 130060	C/U	2	V1	X	0,3425	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,60	0,55	1,44	1,20	0,70	\$155.520,00	\$1.055.179,00	\$ 476.680,50	\$53.700	NORMAL	3,0443	3	3	1	2	0,99
10440003	GAS,SPAN CALIBRACION,15.25 X 6.75 X 6.25	C/U	3	V1	X	0,5671	4,00	6,00	6,00	5,00	4,00	5,00	2,84	0,80	0,89	0,67	\$155.520,00	\$860.190,00	\$ 414.342,67	\$53.700	NORMAL	5,3815	2	5	4	5	1,17
10495803	ADAPTADOR,HERRAMIENTA,TALADRAD,B51/T45,7	C/U	7	V1	X	0,7151	31,00	46,00	25,00	26,00	21,00	29,80	21,31	75,76	8,70	7,36	\$155.520,00	\$3.009.300,00	\$ 685.228,00	\$53.700	NORMAL	13,1380	9	13	14	29	7,07
10430472	ENS MANGUERA,ALTA PRESION,SYNFLEX 3R80-0	C/U	6	V1	X	0,4438	6,00	4,00	1,00	3,00	12,00	5,20	2,31	14,16	3,76	2,51	\$155.520,00	\$172.299,00	\$ 541.620,67	\$53.700	NORMAL	5,4881	5	5	6	5	2,54
10393794	O-RING,1900,P&H 45291D24	C/U	4	V1	X	0,4493	9,00	2,00	8,00	13,00	5,00	7,40	3,32	13,84	3,72	2,49	\$155.520,00	\$82.316,00	\$ 500.480,50	\$53.700	NORMAL	6,5469	4	7	6	6	2,38
10440004	GAS CALIBRACION CERO,15.25 X 6.75 X 6.25	C/U	3	V1	X	0,2219	4,00	4,00	5,00	2,00	2,00	3,40	0,75	1,44	1,20	0,57	\$155.520,00	\$1.248.038,00	\$ 388.114,22	\$53.700	NORMAL	4,4377	1	4	4	2	0,97
10425135	VIGA,ESTRUCTURAL,5MM ESP WEB,80.5 X 46.5	M	0	V1	X	0,2438	216,00	198,00	216,00	108,00	270,00	201,60	49,16	2773,44	52,66	26,01	\$155.520,00	\$681.338,00	\$ 2.238.300,00	\$53.700	NORMAL	34,1717	30	34	90	92	42,46
10438852	ANILLO PRESION,ELKEM 1102658	C/U	7	V1	X	0,6685	10,00	15,00	9,00	30,00	11,00	15,00	10,03	60,40	7,77	6,35	\$155.520,00	\$17.183.160,00	\$ 806.454,29	\$53.700	NORMAL	9,3211	6	9	10	17	6,04
10436091	PROXIMITOR,INDUCTIVO,20MM RANGO,400MA,20	C/U	29	V1	X	0,2740	68,00	86,00	118,00	108,00	70,00	90,00	24,66	401,60	20,04	10,49	\$155.520,00	\$639.283,00	\$ 963.553,00	\$53.700	NORMAL	22,8319	9	23	65	40	14,70

ANEXO 3. CALCULO DEL TAMAÑO DE PEDIDO (Q) Y FACTOR DE SEGURIDAD (Z) DE FORMA ITERATIVA PARA EL GRUPO DE MATERIALES DE ALTA ROTACIÓN

CÓDIGO	DESCRIPCION	DISTRIBUCIÓN	Q1	Z1	Q2	Z2	Q3	Z3	Q4	Z4	Q5	Z5	Q6	Z6	Q7	Z7	Q8	Z8	Q9	Z9	Q10	Z10
10429140	ELECTRODO,GRAFITO,72IN LG,10IN DIA,1700-	NORM AL	64,191557	2,1205	66,802067	2,1016243	66,924256	2,1007546	66,929997	2,1007137	66,930266	2,1007118	66,930279	2,1007117	66,93028	2,1007117	66,93028	2,1007117	66,93028	2,1007117	66,93028	2,1007117
10444601	CONCRETO,ALUMIN,ERECOS CORINCR0M94SR	NORM AL	33,71091	2,2780	35,055254	2,2607587	35,115946	2,2599934	35,118695	2,2599587	35,118819	2,2599572	35,118825	2,2599571	35,118825	2,2599571	35,118825	2,2599571	35,118825	2,2599571	35,118825	2,2599571
10843761	BOLSA,CONTENEDORA,C/ DESCARGA FONDO,S/ F	NORM AL	532,8087	3,0566	532,82381	3,0566345	532,8238	3,0566345	532,8238	3,0566345	532,8238	3,0566345	532,8238	3,0566345	532,8238	3,0566345	532,8238	3,0566345	532,8238	3,0566345	532,8238	3,0566345
10433626	LADRILLO,REFRACTARIO,RECTO,SYN CARB ON CF7	NORM AL	156,49068	2,4928	156,5139	2,4928359	156,5139	2,4928359	156,5139	2,4928359	156,5139	2,4928359	156,5139	2,4928359	156,5139	2,4928359	156,5139	2,4928359	156,5139	2,4928359	156,5139	2,4928359
10433221	ALAMBRE,NO ELÉC,CALCIOSILICIO,0.04% P.O.	NORM AL	1493,5521	3,7941	1493,5543	3,7941069	1493,5543	3,7941069	1493,5543	3,7941069	1493,5543	3,7941069	1493,5543	3,7941069	1493,5543	3,7941069	1493,5543	3,7941069	1493,5543	3,7941069	1493,5543	3,7941069
10441406	MEZCLA,SINTETICA,15MM GRANULO,DESULFURAN	NORM AL	5967,2438	4,4594	5967,2438	4,4594307	5967,2438	4,4594307	5967,2438	4,4594307	5967,2438	4,4594307	5967,2438	4,4594307	5967,2438	4,4594307	5967,2438	4,4594307	5967,2438	4,4594307	5967,2438	4,4594307
104332520	LADRILLO,REFRACTARIO,15X25,MGO 98%,C10%	NORM AL	168,55455	1,9346	169,29838	1,9368802	169,29448	1,9368683	169,2945	1,9368684	169,2945	1,9368684	169,2945	1,9368684	169,2945	1,9368684	169,2945	1,9368684	169,2945	1,9368684	169,2945	1,9368684
10482542	PASTA,CARBONADA,TAPONADORA,REFRAC ,METAL	NORM AL	231,20192	2,0962	236,89464	2,107774	236,7365	2,1074572	236,74078	2,1074657	236,74066	2,1074655	236,74066	2,1074655	236,74066	2,1074655	236,74066	2,1074655	236,74066	2,1074655	236,74066	2,1074655
10433551	LADRILLO,REFRACTARIO,MGO 94-97%	NORM AL	129,98379	1,6946	131,22823	1,7001803	131,21366	1,700115	131,21383	1,7001158	131,21383	1,7001158	131,21383	1,7001158	131,21383	1,7001158	131,21383	1,7001158	131,21383	1,7001158	131,21383	1,7001158
10441402	CAL,DOLOMITICA,50-100MM GRANULO,28-33% M	NORM AL	3010,8086	4,3576	3010,8086	4,3576077	3010,8086	4,3576077	3010,8086	4,3576077	3010,8086	4,3576077	3010,8086	4,3576077	3010,8086	4,3576077	3010,8086	4,3576077	3010,8086	4,3576077	3010,8086	4,3576077
10433223	PANELAS,ARCILLA,30X15X5 CM,25% HUMEDAD	NORM AL	648,24576	2,7715	648,39568	2,7716204	648,39564	2,7716203	648,39564	2,7716203	648,39564	2,7716203	648,39564	2,7716203	648,39564	2,7716203	648,39564	2,7716203	648,39564	2,7716203	648,39564	2,7716203
10433207	MORTERO,REFRACTARIO,STAMP MAG-LV,MASA MAG	NORM AL	105,78511	0,7672	115,98967	0,8790927	114,58033	0,8650746	114,75069	0,8667903	114,72974	0,8665796	114,73231	0,8666055	114,73199	0,8666023	114,73203	0,8666027	114,73203	0,8666027	114,73203	0,8666027
10432799	CONCRETO,REFRACTARIO,SUDAMIN SUKAST85LCF	NORM AL	47,496409	1,1991	75,512701	0,7144978	96,729913	0,1235453	125,4485	0,7104096	96,925304	0,1059602	126,2764	0,7196092	96,485863	0,1425335	124,5504	0,7002229	97,412917	0,0345135	129,59853	0,7548338

ANEXO 4. COMPARACIÓN DE COSTOS Y DEFINICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PARA EL GRUPO DE MATERIALES DE ALTA ROTACIÓN

CÓDIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	NIVEL DE SERVICIO P1	P ₂ =(Z)	NIVEL DE SERVICIO OPTIMO P2	NIVEL SE SERVICIO ACTUAL P2	Gal(Z)	Z NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	P1 ACTUAL DE LA EMPRESA	P ₂ =(Z)	NIVEL DE SERVICIO DEFINIDO POR LA EMPRESA	Gal(Z)	Z NIVEL DE SERVICIO DESEADO	P1 DESEADO POR LA EMPRESA	P ₂ =(Z)	COSTO TOTAL ACTUAL DE LA EMPRESA	COSTO TOTAL EN LA EMPRESA	COSTOS TOTAL PROPUESTO
10429140	ELECTRODO,GRAFITO,72IN LG,10IN DIA,1700-	C/U	0,982167	0,01783	0,9963	1,00	0,000	3,90	1,00	0,00	0,90	0,241	0,360	0,641	0,359	\$ 8.474.421,47	\$10.417.494	\$8.276.952
10444601	CONCRETO,ALUMIN,ERECOS CORINCROM94SR	C/U	0,988088	0,01191	0,9974	0,83	0,889	-0,75	0,23	0,77	0,90	0,531	-0,240	0,405	0,595	\$ 7.623.829,51	\$7.300.003	\$4.626.857
10843761	BOLSA,CONTENEDORA,C/ DESCARGA FONDO,S/ F	C/U	0,998881	0,00112	0,9993	0,57	0,071	1,06	0,86	0,14	0,90	0,017	1,720	0,957	0,043	\$ 622.405.515,73	\$622.339.829	\$622.111.110
10433626	LADRILLO,REFRACTARIO,RECTO,SYNCARBON CF7	C/U	0,993664	0,00634	0,9974	1,00	0,000	7,06	1,00	0,00	0,90	0,049	1,280	0,900	0,100	\$ 36.749.044,70	\$36.779.926	\$35.893.455
10433221	ALAMBRE,NO ELÉC,CALCIOSILICIO,0.04% P.0.	KG	0,999926	0,00007	0,9993	0,27	0,012	1,89	0,97	0,03	0,90	0,002	2,480	0,993	0,007	\$ 21.057.895.892,81	\$21.057.862.717	\$21.057.180.155
10441406	MEZCLA,SINTETICA,15MM GRANULO,DESULFURAN	KG	0,999996	0,00000	0,9999	0,93	0,001	2,90	1,00	0,00	0,90	0,002	2,440	0,993	0,007	\$ 78.267.007.785,74	\$78.267.009.978	\$78.261.983.083
10432520	LADRILLO,REFRACTARIO,15X25,MGO 98%,C10%	C/U	0,973619	0,02638	0,9730	1,00	0,001	2,61	1,00	0,00	0,90	0,033	1,440	0,925	0,075	\$ 56.736.348,29	\$56.855.763	\$56.706.767
10482542	PASTA,CARBONADA,TAPONADORA,REFRAC,METAL	TN	0,982461	0,01754	0,7869	0,11	0,037	1,40	0,92	0,08	0,90	0,004	2,240	0,987	0,013	\$ 829.681.568,69	\$828.781.134	\$828.489.018
10433551	LADRILLO,REFRACTARIO,MGO 94-97%	C/U	0,955445	0,04455	0,9577	0,67	0,112	0,85	0,80	0,20	0,90	0,034	1,440	0,925	0,075	\$ 34.281.090,92	\$34.045.680	\$33.725.261
10441402	CAL,DOLOMITICA,50-100MM GRANULO,28-33% M	KG	0,999993	0,00001	1,0000	0,43	0,017	1,72	0,96	0,04	0,90	0,003	2,320	0,990	0,010	\$ 23.687.725.674,68	\$23.687.720.354	\$23.687.717.654
10433223	PANELAS,ARCILLA,30X15X5 CM,25% HUMEDAD	C/U	0,997211	0,00279	0,9903	0,39	0,044	1,30	0,90	0,10	0,90	0,007	2,080	0,981	0,019	\$ 971.140.430,59	\$970.813.410	\$968.398.466
10433207	MORTERO,REFRACTARIO,STAMPAG-LV,MASA MAG	C/U	0,806920	0,19308	0,8527	0,42	0,605	-0,35	0,36	0,64	0,90	0,105	0,880	0,811	0,189	\$ 14.921.840,84	\$14.199.482	\$13.722.934
10432799	CONCRETO,REFRACTARIO,SUDAMIN SUKAST8SLCF	TN	0,774826	0,22517	0,6173	0,74	0,605	-0,38	0,35	0,65	0,90	0,234	0,400	0,655	0,345	\$ 40.397.723,81	\$40.125.398	\$20.927.805

ANEXO 5. COMPARACIÓN DE COSTOS Y DEFINICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PARA EL GRUPO DE MATERIALES CRÍTICOS

CÓDIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	Z	GU(Z)	NIVEL DE SERVICIO PI OPTIMO	PU>=(Z) OPTIMO	NIVEL DE SERVICIO OPTIMO P2	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL P2	GU(Z) ACTUAL	Z PARA NIVEL DE SERVICIO P2 ACTUAL	PI ACTUAL DE LA EMPRESA	PU>=(Z) ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO DESEADO POR LA EMPRESA P2	GU(Z) DESEADO	Z PARA NIVEL DE SERVICIO DESEADO P2	PI DESEADO POR LA EMPRESA	PU>= (Z)	COSTO TOTAL ACTUAL DE LA EMPRESA	COSTO TOTAL DESEADO POR LA EMPRESA	COSTO TOTAL PROPUESTO
10438974	EJE,MOTOR,P & H CRAN 10E210C1	C/U	3,15	0,0009	0,9992	0,0008	1,00	1,00	0,0010	2,91	1,00	0,00	0,90	1,24	-1,19	0,12	0,88	\$ 168.639,51	\$2.928.900	\$160.740
10438975	RUEDA,DENTADA,P & H CRAN R16274D1	C/U	2,93	0,0009	0,9983	0,0017	1,00	1,00	0,0050	2,18	0,99	0,01	0,90	1,61	-1,60	0,05	0,95	\$ 219.761,01	\$1.915.349	\$185.854
10437467	MONITOR,VIBRACION,DIGITAL,DOBLE ESCALA,1	C/U	2,82	0,001	0,9976	0,0024	1,00	0,97	0,2450	0,37	0,64	0,36	0,90	0,78	-0,63	0,26	0,74	\$ 1.278.788,24	\$2.336.057	\$281.697
10444589	CHUMACERA,ENSAMBLE,MODULAR,P/EJE 6IN,DOD	C/U	2,74	0,001	0,9969	0,0031	1,00	0,99	0,2170	0,43	0,67	0,33	0,90	2,11	-2,11	0,02	0,98	\$ 570.047,95	\$1.102.165	\$215.540
10437664	RUEDA,LIBRE,P & H CRAN 100A7720	C/U	2,78	0,001	0,9973	0,0027	1,00	0,99	0,0520	1,25	0,89	0,11	0,90	0,39	0,00	0,50	0,50	\$ 853.662,55	\$2.793.534	\$343.832
10444853	RODAMIENTO,CAMISA,REVESTIMIENTO PLXC,6IN	C/U	2,85	0,001	0,9978	0,0022	1,00	1,00	0,0130	1,83	0,97	0,03	0,90	1,17	-1,08	0,14	0,86	\$ 297.068,76	\$1.956.884	\$231.977
10441975	SELLO,ENCAPSULADO,130MM DI,160MM DE,15MM	C/U	2,76	0,001	0,9971	0,0029	1,00	1,00	0,0260	1,58	0,94	0,06	0,90	1,21	-1,16	0,12	0,88	\$ 538.289,68	\$2.181.268	\$329.674
10425034	ELEMENTO CALENTADOR,NO INMERS,ESPECIAL P	C/U	2,63	0,001	0,9958	0,0042	1,00	1,00	0,0000	4,64	1,00	0,00	0,90	0,55	-0,28	0,39	0,61	\$ 182.551,48	\$1.136.080	\$189.132
10441690	ENSAMBLE VALVULA,CORTE,MAXON 1725384	C/U	2,55	0,002	0,9946	0,0054	1,00	1,00	0,0000	3,59	1,00	0,00	0,90	2,33	-2,33	0,01	0,99	\$ 188.578,54	\$485.008	\$149.318
10437444	ENSAMBLE ENGRANAJE,HEL,ENT,P&H 61F2771F1	C/U	2,35	0,003	0,9907	0,0093	1,00	1,00	0,0000	3,21	1,00	0,00	0,90	2,18	-2,18	0,01	0,99	\$ 188.241,84	\$381.952	\$149.467
10428073	AMPLIFICADOR,CONTROL ELECTRONI,ULTRAVIOL	C/U	2,32	0,003	0,9898	0,0102	1,00	1,00	0,0010	2,86	1,00	0,00	0,90	0,41	-0,04	0,48	0,52	\$ 183.837,07	\$680.502	\$151.354
10436092	PROXIMITOR,INDUCTIVO,60MM RANGO,300/400M	C/U	2,45	0,002	0,9928	0,0072	1,00	0,99	0,0100	1,96	0,97	0,03	0,90	0,18	0,56	0,71	0,29	\$ 1.413.395,14	\$4.536.140	\$610.248
10443791	MEMBRANA,ANILLO PRESION,ELKEM 2100288	C/U	1,69	0,019	0,9542	0,0458	0,97	0,37	0,2740	0,26	0,60	0,40	0,90	0,04	1,64	0,95	0,05	\$ 7.745.939,16	\$2.815.399	\$2.459.034
10438977	SELLO,ACEITE,P & H CRAN 18Q154D1	C/U	0,93	0,097	0,8241	0,1759	0,93	0,75	0,2900	0,24	0,59	0,41	0,90	0,11	0,84	0,80	0,20	\$ 976.195,09	\$752.270	\$690.316
10429124	ACEITE,HID,SAE 215,QUINTOLUBRIC,RESISTEN	C/U	1,61	0,023	0,9465	0,0535	1,00	0,93	0,0610	1,18	0,88	0,12	0,90	0,09	0,96	0,83	0,17	\$ 4.106.491,49	\$4.558.725	\$1.293.571
10432222	ANILLO SELLADOR,MTL,DODGEMAN 130060	C/U	1,41	0,037	0,9202	0,0798	0,99	0,96	0,1580	0,64	0,74	0,26	0,90	0,43	-0,16	0,44	0,56	\$ 282.608,61	\$359.814	\$236.818
10440003	GAS,SPAN CALIBRACION,15,25 X 6,75 X 6,25	C/U	1,74	0,017	0,9594	0,0406	1,00	0,99	0,0170	1,73	0,96	0,04	0,90	0,30	0,23	0,59	0,41	\$ 548.993,21	\$929.268	\$369.666
10495803	ADAPTADOR,HERRAMIENTA,TALADRAD,B51/T45,7	C/U	0,96	0,090	0,8315	0,1685	0,95	0,14	1,0500	-0,99	0,16	0,84	0,90	0,12	0,80	0,79	0,21	\$ 3.041.119,90	\$1.616.727	\$1.349.702
10430472	ENS MANGUERA,ALTA PRESION,SYNFLEX 3R80-0	C/U	1,01	0,083	0,8443	0,1557	0,96	0,98	0,0310	1,47	0,93	0,07	0,90	0,20	0,48	0,68	0,32	\$ 471.930,13	\$610.049	\$519.971
10393794	O-RING,1900,P&H 45Z91D24	C/U	0,95	0,090	0,8299	0,1701	0,97	0,95	0,0770	1,07	0,86	0,14	0,90	0,16	0,64	0,74	0,26	\$ 654.052,59	\$764.595	\$570.074
10440004	GAS CALIBRACION CERO,15,25 X 6,75 X 6,25	C/U	1,71	0,017	0,9566	0,0434	1,00	1,00	0,0000	5,74	1,00	0,00	0,90	0,18	0,56	0,71	0,29	\$ 607.612,41	\$987.310	\$305.896
10425135	VIGA,ESTRUCTURAL,5MM ESP WEB,80,5 X 46,5	M	1,63	0,023	0,9487	0,0513	0,98	0,98	0,0260	1,57	0,94	0,06	0,90	0,12	0,80	0,79	0,21	\$ 5.005.054,59	\$7.317.124	\$4.795.455
10438852	ANILLO PRESION,ELKEM 1102658	C/U	0,95	0,090	0,8291	0,1709	0,94	0,58	0,3990	0,00	0,50	0,50	0,90	0,09	0,96	0,83	0,17	\$ 1.885.865,56	\$1.214.104	\$1.054.929
10436091	PROXIMITOR,INDUCTIVO,20MM RANGO,400MA,20	C/U	1,40	0,037	0,9195	0,0805	0,98	1,00	0,0000	3,85	1,00	0,00	0,90	0,09	0,96	0,83	0,17	\$ 2.586.915,98	\$4.210.190	\$2.319.185

ANEXO 6. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MODELADO DETALLADO Y SELECCIÓN ANALÍTICA DE LOS VALORES DE UN NÚMERO LIMITADO DE VARIABLES DE DECISIÓN

Modelado detallado y selección analítica de los valores de un número limitado de variables de decisión			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN			
DIFICULTAD DE IMPLEMENTACIÓN		VALOR AGREGADO	
NORMATIVIDAD		ALINEACIÓN	4
Requiere cambio en leyes o reglamentos		Alineación con los objetivos estratégicos	2
Requiere modificar normatividad / políticas internas vigentes		Mejora administrativa	2
		OPERACIÓN	6
ORGANIZACIÓN		Eficiencia de los recursos financieros	2
Implicación del personal		Mejora la disponibilidad y calidad de inventario	2
Necesidad de capacitación y/o adquisición de nuevas habilidades		Contribuye en la gestión y niveles de servicio con los clientes de las otras unidades de negocio	2
Requerimiento a proveedores		EFICIENCIA FINANCIERA	4
PROCESOS		Reducción de costos	2
Cambios en procesos		Beneficios económicos	2
Impacto con otras unidades de negocio		PUNTUACIÓN DE ESTRATEGIA	3
Impacto productivo		Dificultad de implementación	11
Necesidad de un seguimiento		Valor agregado	14

ANEXO 7. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA MODELADO DE ALCANCE MÁS AMPLIO, CON MENOS INTENTOS DE OPTIMIZACIÓN

Modelado de alcance más amplio, con menos intentos de optimización			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN			
DIFICULTAD DE IMPLEMENTACIÓN		VALOR AGREGADO	
NORMATIVIDAD		ALINEACIÓN	4
Requiere cambio en leyes o reglamentos		Alineación con los objetivos específicos	2
Requiere modificar normatividad / políticas internas vigentes		Mejora administrativa	2
		OPERACIÓN	5
ORGANIZACIÓN		Eficiencia de los recursos financieros	2
Implicación del personal		Mejora la disponibilidad y calidad de inventario	2
Necesidad de capacitación y/o adquisición de nuevas habilidades		Contribuye en la gestión y niveles de servicio con los clientes de las otras unidades de negocio	1
Requerimiento a proveedores		EFICIENCIA FINANCIERA	4
PROCESOS		Reducción de costos	2
Cambios en procesos		Beneficios económicos	2
Impacto con otras unidades de negocio		PUNTUACIÓN DE ESTRATEGIA	0
Impacto productivo		Dificultad de implementación	13
Necesidad de un seguimiento		Valor agregado	13

ANEXO 8. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA MINIMIZACIÓN DE INVENTARIOS CON MUY POCOS MODELOS MATEMÁTICOS ASOCIADOS

NOMBRE DE LA ESTRATEGIA	Minimización de inventarios con muy pocos modelos matemáticos asociados		
	CRITERIOS DE EVALUACIÓN		
DIFICULTAD DE IMPLEMENTACIÓN		VALOR AGREGADO	
NORMATIVIDAD	3	ALINEACIÓN	4
Requiere cambio en leyes o reglamentos	1	Alineación con los objetivos estratégicos	2
Requiere modificar normatividad / políticas internas de inventario	2	Mejora administrativa	2
		OPERACIÓN	4
ORGANIZACIÓN	6	Eficiencia de los recursos financieros	2
Implicación del personal	2	Mejora la disponibilidad y calidad de inventario	1
Necesidad de capacitación y/o adquisición de nuevas habilidades	2	Contribuye en la gestión y niveles de servicio con los clientes de las otras unidades de negocio	1
Requerimiento a proveedores	2	EFICIENCIA FINANCIERA	3
PROCESOS	7	Reducción de costos	1
Cambios en procesos	2	Beneficios económicos	2
Impacto con otras unidades de negocio	1	PUNTUACIÓN DE ESTRATEGIA	-5
Impacto productivo	2	Dificultad de implementación	16
Necesidad de un seguimiento	2	Valor agregado	11

ANEXO 9. SIMULACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE CERRO MATOSO S.A.

CÓDIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	Tipo material	Pedidos en el año simulado	Demanda anual promedio, en el año simulado
10438974	EJE,MOTOR,P & H CRAN 10E210C1	C/U	Critico	1	1
10438975	RUEDA,DENTADA,P & H CRAN R16274D1	C/U	Critico	2	2
10437467	MONITOR,VIBRACION,DIGITAL,DOBLE ESCALA,1	C/U	Critico	2	2
10444589	CHUMACERA,ENSAMBLE,MODULAR,P/EJE 6IN,DOD	C/U	Critico	2	2
10437664	RUEDA,LIBRE,P & H CRAN 100A7720	C/U	Critico	2	2
10444853	RODAMIENTO,CAMISA,REVESTIMIENTO PLXC,6IN	C/U	Critico	2	2
10411975	SELLO,ENCAPSULADO,130MM DI,160MM DE,15MM	C/U	Critico	2	3
10425034	ELEMENTO CALENTADOR,NO INMERS,ESPECIAL P	C/U	Critico	1	1
10441690	ENSAMBLE VALVULA,CORTE,MAXON 1725384	C/U	Critico	1	1
10437444	ENSAMBLE ENGRANAJE,HEL,ENT,P&H 61F2771F1	C/U	Critico	1	1
10428073	AMPLIFICADOR,CONTROL ELECTRONI,ULTRAVIOL	C/U	Critico	1	1
10436092	PROXIMITOR,INDUCTIVO,60MM RANGO,300/400M	C/U	Critico	2	13
10443791	MEMBRANA,ANILLO PRESION,ELKEM 2100288	C/U	Critico	2	17
10438977	SELLO,ACEITE,P & H CRAN 18Q154D1	C/U	Critico	2	5
10429124	ACEITE,HID,SAE 215,QUINTOLUBRIC,RESISTEN	C/U	Critico	4	53
10432222	ANILLO SELLADOR,MTL,DODGEMAN 130060	C/U	Critico	2	2
10440003	GAS,SPAN CALIBRACION,15.25 X 6.75 X 6.25	C/U	Critico	2	5
10495803	ADAPTADOR,HERRAMIENTA,TALADRAD,B51/T45,7	C/U	Critico	3	28
10430472	ENS MANGUERA,ALTA PRESION,SYNFLEX 3R80-0	C/U	Critico	2	6
10393794	O-RING,1900,P&H 45Z91D24	C/U	Critico	2	8
10440004	GAS CALIBRACION CERO,15.25 X 6.75 X 6.25	C/U	Critico	2	4
10425135	VIGA,ESTRUCTURAL,5MM ESP WEB,80.5 X 46.5	M	Critico	5	200
10438852	ANILLO PRESION,ELKEM 1102658	C/U	Critico	2	15
10436091	PROXIMITOR,INDUCTIVO,20MM RANGO,400MA,20	C/U	Critico	4	90
10429140	ELECTRODO,GRAFITO,72IN LG,10IN DIA,1700-	C/U	Alta rotación	7	700
10444601	CONCRETO, ALUMINIO ,ERECOS CORINCROM94SR	C/U	Alta rotación	5	198
10843761	BOLSA, CONTENEDORA ,C/ DESCARGA FONDO, S/ F	C/U	Alta rotación	40	49015
10433626	LADRILLO, REFRACTARIO, RECTO, SYNCARBON CF7	C/U	Alta rotación	16	4236
10433221	ALAMBRE, NO ELÉC, CALCIO SILICIO, 0.04% P, 0.	Kg	Alta rotación	60	385130
10441406	MEZCLA,SINTETICA,15MM GRANULO, DESULFURAN	Kg	Alta rotación	90	6147620
10432520	LADRILLO,REFRACTARIO,15X25,MGO 98%,C10%	C/U	Alta rotación	19	4905
10482542	PASTA, CARBONADA, TAPONADORA, REFRAC, METAL	Tn	Alta rotación	28	9235
10433551	LADRILLO, REFRACTARIO, MGO 94-97%	C/U	Alta rotación	18	2950
10441402	CAL,DOLOMITICA,50-100MM GRANULO,28-33% M	Kg	Alta rotación	80	1565050
10433223	PANELAS,ARCILLA,30X15X5 CM,25% HUMEDAD	C/U	Alta rotación	50	72600
10433207	MORTERO, REFRACTARIO, STAMPAG-LV, MASA MAG	C/U	Alta rotación	15	1930
10432799	CONCRETO, REFRACTARIO, SUDAMIN SUKAST85LCF	Tn	Alta rotación	4	395